

Universität Hildesheim

Fachbereich III – Informations- und Kommunikationswissenschaften

Institut für Angewandte Sprachwissenschaft



# **Der Knowledge Engineering Prozess bei der Entwicklung eines wissensbasierten Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH**

Magisterarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Magister Artium Internationales Informationsmanagement

Steffen Weichert  
Hildesheim im März 2003

1. Gutachterin: Prof. Dr. Christa Womser-Hacker  
2. Gutachter: Dr. Thomas Mandl

## **Abstract**

This M.A. thesis deals with the Knowledge Engineering process during the development of a Knowledge Based System.

Relevant definitions and models are introduced to illustrate the process as a whole before Knowledge Acquisition which forms a main part of Knowledge Engineering is explicated in detail.

Starting from these theoretical fundamentals the development of a configuration system for Blaupunkt GmbH serves as an example for the process. Applicable methods of Knowledge Elicitation, solutions from Knowledge Analysis as well as Knowledge Representation formalisms are described in the context of the Blaupunkt-project.

A particular emphasis of the thesis is placed on difficulties in the usage of certain knowledge sources, the importance of Knowledge Analysis and the use of declarative and procedural representation methods.

## **Keywords**

Knowledge Engineering, Knowledge Based Systems, Configuration System, Knowledge Elicitation, Knowledge Analysis, Knowledge Representation, Knowledge Acquisition

## **Zusammenfassung**

Gegenstand der vorliegenden Masterarbeit ist der Knowledge Engineering Prozess bei der Entwicklung eines Wissensbasierten Systems. Es werden dazu zunächst grundlegende Begriffe definiert und Ablaufmodelle vorgestellt. Einen Schwerpunkt der Arbeit bildet die Wissensakquisition als Hauptteil des Knowledge Engineering.

Der konkrete Ablauf des Prozesses wird am Beispiel der Entwicklung eines Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH dargestellt. Eingesetzte Methoden zur Wissenserhebung, Wissensanalyse-Ergebnisse sowie Formalismen zur Wissensrepräsentation im Konfigurationssystem werden detailliert am Projekt aufgezeigt.

Besonders wird dabei auf Schwierigkeiten im Umgang mit Wissensquellen, den hohen Stellenwert der Wissensanalyse sowie Einsatzmöglichkeiten von deklarativen und prozeduralen Repräsentationsmethoden eingegangen.

## **Schlüsselbegriffe**

Knowledge Engineering, Wissensbasierte Systeme, Konfigurationssystem, Wissenserhebung, Wissensanalyse, Wissensrepräsentation, Wissensakquisition

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	VII
Tabellenverzeichnis .....	VIII
Abkürzungsverzeichnis .....	IX
0 Einleitung .....	1
0.1 Problemstellung .....	1
0.2 Motivation und Aufbau der Arbeit.....	1
0.3 Projektbeschreibung .....	3
1 Wissensbasierte Systeme .....	7
1.1 Einführung und Begriffsabgrenzung.....	7
1.2 Einsatzfelder und Kategorien Wissensbasierter Systeme.....	8
2 Knowledge Engineering .....	11
2.1 Definitionen .....	11
2.1.1 Definition: Knowledge Engineering .....	11
2.1.2 Definition: Knowledge Engineer.....	12
2.1.3 Definition: Experte .....	13
2.1.4 Definition: Wissen.....	14
2.2 Phasen des Knowledge Engineering Prozesses .....	16
2.3 Wissensakquisition .....	18
2.3.1 Definition: Wissensakquisition .....	18
2.3.2 Grundmodelle der Wissensakquisition.....	19
2.3.2.1 Indirekte Wissensakquisition.....	20
2.3.2.2 Direkte Wissenakquisition.....	21
2.3.2.3 Automatische Wissensakquisition.....	21
2.3.3 Teilprozesse der Wissensakquisition.....	22
2.3.3.1 Wissenserhebung.....	22
2.3.3.2 Wissensanalyse.....	22
2.3.3.3 Wissensrepräsentation .....	23
3 Wissensakquisition bei der Blaupunkt GmbH: Ansätze und Methoden .....	26
3.1 Einordnung des Projekts in den Kontext Wissensbasierter Systeme	26
3.2 Wissensakquisition als zyklischer und iterativer Prozess.....	27
3.3 Der Rapid Prototyping Ansatz.....	28

3.4	Methoden der Wissensakquisition.....	30
3.4.1	Interviewtechniken.....	30
3.4.1.1	Unstrukturierte Interviews.....	30
3.4.1.2	Strukturierte Interviews.....	31
3.4.1.3	Fokussierte Interviews.....	32
3.4.2	Beobachtungstechniken.....	33
3.4.2.1	Protokollanalyse.....	33
3.4.2.2	Introspektion.....	34
3.4.3	Indirekte Techniken.....	35
3.4.3.1	Konstruktgitterverfahren.....	35
3.4.3.2	Strukturlegetechniken.....	35
4	Ablauf der Wissensakquisition bei der Blaupunkt GmbH.....	37
4.1	Problemstellung.....	37
4.1.1	Partizipantenidentifizierung.....	38
4.1.2	Problemidentifizierung.....	39
4.1.3	Problemspezifizierung.....	39
4.2	Wissenserhebung.....	42
4.2.1	Bewertung der Wissensquellen.....	42
4.2.1.1	Wissensprotokolle aus Experteninterviews.....	43
4.2.1.2	Wissensprotokolle aus Expertenbeobachtung.....	44
4.2.1.3	Fahrzeuguntersuchungsbogen.....	45
4.2.1.4	Einbauempfehlungskatalog.....	48
4.2.1.5	Blaupunkt-Website: Online-Lexikon.....	51
4.2.2	Wissensformen im Projekt.....	53
4.2.2.1	Wissen über Prozesse.....	53
4.2.2.2	Wissen über technische Infrastrukturen.....	55
4.2.2.3	Terminologie-Wissen.....	55
4.2.2.4	Konfigurationswissen.....	57
4.3	Wissensanalyse.....	59
4.3.1	Klassifizierung der Wissensformen.....	59
4.3.2	Festlegen von Relationen.....	60
4.3.3	Aufstellen von Regeln.....	61
4.3.4	Schlussfolgerungen für die Wissensrepräsentation.....	63
4.4	Wissensrepräsentation.....	64
4.4.1	Deklarative Repräsentation von Relationen im Datenmodell.....	66
4.4.1.1	Repräsentation der Relation $Rel_{SP1}$ .....	66
	Repräsentation der Relation $Rel_{SP2}$ .....	68

4.4.1.2	Repräsentation der Relation $Rel_{SP3}$ .....	69
4.4.1.3	Integration in ein Gesamtmodell .....	70
4.4.2	Prozedurale Repräsentation von Regeln in PHP-Methoden.....	72
4.4.2.1	Repräsentation der Regel $R_{Kfz-Bestimmung}$ .....	73
4.4.2.2	Repräsentation der Regel $R_{SP3}$ .....	76
5	Der Knowledge Engineering Prozess bei der Blaupunkt GmbH:	
	Rückblick und Perspektiven .....	78
5.1	Probleme und Lösungsansätze .....	78
5.2	Systemerweiterungsmöglichkeiten.....	79
5.2.1	Wissensakquisitionskomponente .....	80
5.2.2	Inferenzkomponente.....	80
6	Fazit .....	82
	Literaturverzeichnis.....	84
	Anhang A: Projektdokumentation.....	88
	Anhang B: Wissensprotokoll aus Experteninterview (unstrukturiert). 107	
	Anhang C: Wissensprotokoll aus Experteninterview (fokussiert).....	110
	Anhang D: Fahrzeuguntersuchungsbogen.....	114
	Anhang E: Antennen-Datenblatt (Untersuchungsbogen).....	118
	Anhang F: Legende des Einbauempfehlungskatalogs .....	120
	Anhang G: Einbauempfehlungskatalog.....	122
	Anhang H: Datenmodell (ERM).....	126
	Eigenständigkeitserklärung nach §31 Abs. 5 RaPo.....	127

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht: Das EIKON-Projekt .....	6
Abbildung 2: Logische Phasen beim Knowledge Engineering.....	17
Abbildung 3: Indirekte Wissensakquisition.....	21
Abbildung 4: Direkte Wissensakquisition .....	21
Abbildung 5: Automatische Wissensakquisition .....	21
Abbildung 6: Wissensrepräsentationsmethoden .....	23
Abbildung 7: Vorgehensweise für strukturierte Interviews im EIKON-Projekt .....	32
Abbildung 8: Problemstellungsphase: Ablauf und verwendete Methoden.....	37
Abbildung 9: Blaupunkt-Produktportfolio.....	40
Abbildung 10: Spezifizierung der Problemdomäne.....	42
Abbildung 11: Fahrzeuguntersuchungsdaten Elektronik für Fahrzeug 1 (Ausschnitt).....	46
Abbildung 12: Fahrzeuguntersuchungsdaten Elektronik für Fahrzeug 2 (Ausschnitt).....	46
Abbildung 13: Beziehungen zwischen Wissensquellen.....	52
Abbildung 14: Schwimmbahndiagramm: Übersicht Zusammenspiel der Abteilungen .....	54
Abbildung 15: Erweiterung der Problemspezifizierung .....	58
Abbildung 16: Wissensklassifikation: Repräsentationswissen und Metawissen .....	60
Abbildung 17: Hybride Wissensrepräsentation im EIKON-Projekt.....	65
Abbildung 18: ERM für Rel <sub>SP1</sub> .....	67
Abbildung 19: Erweiterung des ERM für Rel <sub>SP1</sub> .....	68
Abbildung 20: ERM für Rel <sub>SP2</sub> .....	69
Abbildung 21: ERM für Rel <sub>SP3</sub> .....	70
Abbildung 22: Ausschnitt aus dem Gesamtmodell.....	71
Abbildung 23: Mögliche Inferenzkomponente zur Erweiterung der Wissensbasis.....	81

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen an den Experten und Erfüllung im Projekt .....	44
Tabelle 2: Informationsvisualisierung im Einbauempfehlungskatalog:.....	48
Tabelle 3: Regelüberprüfung anhand des Einbauempfehlungskatalogs.....	50
Tabelle 4: Entitäten Rel <sub>SP1</sub> .....	66
Tabelle 5: Entitäten Rel <sub>SP2</sub> .....	68
Tabelle 6: Entitäten Rel <sub>SP3</sub> .....	70
Tabelle 7: Datenbank-Tabelle AL_Ort_AL .....	71



# Abkürzungsverzeichnis

AG	Autoradiogerät
AK	Adapterkabel
AKIF	Adapterkabel für Lenkradfernbedienungsinterface
AL	Autolautsprecher
Anmerk. d. Autors	Anmerkung des Autors
Ant.	Antenne
bzw.	beziehungsweise
cf.	confer
CR	Car Radio
DB	Datenbank
d.h.	das heißt
engl.	englisch
ERM	Entity Relationship Modell
ES	Einbausatz
etc.	etcetera
f.	folgend
ff.	fortfolgend
FK	foreign key
FU	Fahrzeuguntersuchung
FU_Nr	Fahrzeuguntersuchungsnummer
ggf.	gegebenenfalls
Hrsg.	Herausgeber
HTML	Hypertext Markup Language
IF	Interface

Kfz	Kraftfahrzeug
Kfz_Ort_ID	Identifikationsnummer für einen bestimmten Einbauort eines bestimmten Kraftfahrzeugs
KI	Künstliche Intelligenz
R	Regel
Rel	Relation
P	Problem
SP	Subproblem
u.a.	unter anderem
WBS	Wissensbasiertes System
XML	Extended Markup Language





# 0 Einleitung

## 0.1 Problemstellung

*„Vielleicht hätte er jemanden fragen sollen, der sich mit so was auskennt?“*

- Werbeslogan eines Branchenbuches

Die als Zitat vorangestellte Frage wird in einem Werbespot gestellt, nachdem ein Mann an einer Alltagssituation kläglich scheiterte. Berechtigerweise unterstellt man, dass ihm ein Experte - jemand, „der sich mit so was auskennt“ - bei seinem Problem hätte helfen können.

Nicht nur bei Problemen im Privaten, sondern auch in mittelständischen und großen Unternehmen nehmen Experten eine immer wichtigere Rolle ein, da sie mit ihrem Wissen sowohl für Kunden als auch für Mitarbeiter Ansprechpartner für spezielle Probleme eines Fachgebiets sind.

Immer häufiger gibt es Fragestellungen in nahezu jedem Lebensbereich, zu deren Beantwortung Experten herangezogen werden müssen. Insbesondere bei Fragen, die möglichst schnell und präzise beantwortet werden sollen und für deren Lösung eine Einarbeitung in das Fachgebietswissen als zu aufwendig angesehen wird, ist ihre Hilfe unumgänglich.

In den 80er Jahren wurden erstmals so genannte Wissensbasierte Systeme (WBS) entwickelt, um u.a. Experten zu entlasten, die in solchen Situationen in der Regel kontaktiert werden. Sie sollten einen Experten teilweise oder sogar ganz ersetzen, indem sie Problemlösungswissen speichern und bei Bedarf bereitstellen.

Bei WBS geht es jedoch nicht nur um den Aspekt der Wissensarchivierung, sondern vor allem um eine Wissensmultiplikation: Indem das Expertenwissen eines Spezialisten eines bestimmten Fachgebiets in einem Computersystem gespeichert wird, kann es anderen Mitarbeitern und Kunden leichter zugänglich gemacht werden.

## 0.2 Motivation und Aufbau der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wird der WBS-Entwicklungsprozess, der als Knowledge Engineering Prozess bezeichnet wird, am Beispiel der Implementierung eines Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH vorgestellt.

Bei diesem Projekt lag ein zeitlicher und inhaltlicher Schwerpunkt der Projektarbeit auf der Zusammenarbeit mit Experten aus unterschiedlichen Fachgebieten. Das Blaupunkt-Projekt bot deshalb eine gute Möglichkeit den Kommunikationsprozess als Grundlage des Knowledge Engineering Prozesses zwischen Experte und Projektteam im Rahmen dieser Arbeit näher zu betrachten. Gerade bei der Wissenserhebung für ein WBS ist durch die enge Zusammenarbeit mit Experten Kommunikative Kompetenz unumgänglich. Diese zu erlangen ist ein Hauptziel des Studiengangs Internationales Informationsmanagement (IIM) wie folgende Formulierung aus einer Studieninformation verdeutlicht:

*„Flexibilität, Kreativität, Neigung zum Umgang mit Menschen unterschiedlicher [...] fachlicher Prägung nehmen ebenso einen hohen [...] Stellenwert ein wie soziale und kommunikative Kompetenz, ein ausgeprägtes Orientierungswissen und die Fähigkeit zu 'multiperspektivischem' Sehen.“ (ZSB 2003:17)*

Über den Kommunikationsprozess hinaus, ist das Ziel der Arbeit, den kompletten Prozess der WBS-Entwicklung von der Wissenserhebung über die Wissensanalyse bis hin zur Wissensrepräsentation darzustellen und aufgetretene Probleme - insbesondere im Umgang mit den verschiedenen Wissensquellen - aufzuzeigen.

Es werden dazu theoretische Grundlagen des Themenbereichs Wissensbasierte Systeme und Knowledge Engineering dargelegt, welche in einem praxisorientierten Teil an dem konkret durchgeführten Projekt EIKON (**E**inbau**KON**figurationssystem)<sup>1</sup> angewendet werden.

Nachdem zu Beginn in *Kapitel 0.3* das Projekt beschrieben wird, soll im darauf folgenden *Kapitel 1* in den Gesamtkomplex WBS eingeführt werden. Ziel dieses Kapitels ist es, anhand von notwendigen Definitionen und der Beschreibung möglicher Einsatzfelder den Begriff „WBS“ vertiefend zu erläutern.

Geht es in *Kapitel 1* um das System an sich, liegt der Schwerpunkt in *Kapitel 2* auf dem Entwicklungsprozess. Die daran beteiligten Personen werden eingeführt und der Knowledge Engineering Prozess im Allgemeinen sowie der Wissensakquisitionsprozess im Besonderen in Phasen und Teilprozessen modellhaft beschrieben.

In *Kapitel 3* wird zunächst die Frage geklärt, inwieweit es sich bei dem entwickelten Konfigurationssystem um ein WBS handelt, um dann allgemeine Ansätze wie den Rapid Prototyping Ansatz einzuführen und ihre Verwendung im Projekt zu begründen. Des

---

<sup>1</sup> Im Folgenden wird die Bezeichnung „EIKON-Projekt“ verwendet.

Weiteren sollen Interview- und Beobachtungstechniken sowie weitere Techniken zur Wissenserhebung vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eignung für das Projekt bewertet werden.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt in der in *Kapitel 4* vorgestellten konkreten Herangehensweise an die Entwicklung des Konfigurationssystems. Ausgehend von einer abgegrenzten Problemstellung werden die Phasen Wissenserhebung, Wissensanalyse und Wissensrepräsentation im Projekt vorgestellt und an den entsprechenden Stellen Verweise auf frühere oder folgende Projektphasen gegeben, um die Iterativität<sup>2</sup> der Systementwicklung zu betonen.

Im fünften Kapitel wird rückblickend auf Probleme und mögliche Lösungsansätze im Projekt sowie auf Erweiterungsmöglichkeiten des entwickelten Systems eingegangen, bevor ein Fazit die Arbeit abschließt.

## 0.3 Projektbeschreibung

In diesem Kapitel soll das EIKON-Projekt vorgestellt werden. Für das Verständnis der vorliegenden Arbeit sei jedoch außerdem auf die ausführliche im Anhang zu findende Projektdokumentation (cf. Anhang A) verwiesen, deren Lektüre bei allen folgenden Ausführungen vorausgesetzt wird.

Inhalt des in Kooperation der Universität Hildesheim und der Blaupunkt GmbH durchgeführten Projekts ist die Entwicklung eines web- und datenbankbasierten Prototypen<sup>3</sup> für einen interaktiven Fahrzeugzubehör-Konfigurator.

Das Projekt wurde von drei Studierenden in Zusammenarbeit mit zwei Blaupunkt-Mitarbeitern durchgeführt, von denen der eine schwerpunktmäßig für Auskünfte zur Gestaltung der Benutzeroberfläche und der andere als Fachexperte für komplexe Fragestellungen zu Produkten und Konfigurationszusammenhängen zur Verfügung stand.

Mit dem entwickelten System soll in einer ersten Entwicklungs- und Projektstufe Endkunden eine Möglichkeit gegeben werden, fahrzeugspezifische Informationen zu einbaubaren Blaupunkt-Produkten zu erhalten.

---

<sup>2</sup> Unter einer iterativen Vorgehensweise wird in Projekten eine häufige Wiederholung von Projektphasen verstanden.

<sup>3</sup> Unter dem Begriff „Prototyp“ wird eine frühe Version des zu entwickelnden Produkts verstanden. Sie kann entweder einige ausgewählte wichtige oder alle Leistungsmerkmale der gewünschten Endversion enthalten.

In folgenden Projektphasen sollen weitere Zielgruppen - wie interne Mitarbeiter und Händler - berücksichtigt und entsprechende Oberflächen umgesetzt werden.

Technisch gesehen besteht das System aus einer relationalen Datenbank<sup>4</sup>, welche mit fahrzeugspezifischen Daten wie Hersteller, Bauart und Baujahr, bzw. mit Daten über einbaubare Produkte gefüllt wurde. Eine zweite für die Konfiguration wichtige Datenklasse machen die Blaupunkt-Produktdaten aus, welche aus einer externen Produktdatenbank mittels eines XML-Exports<sup>5</sup> in die EIKON-Datenbank importiert werden. Die Konfigurationsinformationen welche beide Datengruppen - die Fahrzeugdaten auf der einen und Produktdaten auf der anderen Seite - miteinander verbinden, werden wie die Fahrzeugdaten selbst bei einer Fahrzeuguntersuchung im „Production Center“ erfasst und in Zukunft in der EIKON-Datenbank abgelegt.

Ein Entity Relationship Modell (ERM) (cf. *Kapitel 4.4*), das auf Kompatibilitätslisten, Einbauempfehlungskatalogen, Fahrzeuguntersuchungsprotokollen sowie Experteninterviews basiert, erlaubt sowohl die Datenspeicherung für Konfigurationszwecke in Tabellen für Produkt- und Fahrzeugdaten als auch Konfigurationstabellen, welche Daten über Einbauorte an einem Fahrzeug und darin einbaubare Produkte verknüpfen.

Neben der zugrunde liegenden Datenbank inklusive erweiterbarem Datenmodell wurde im Rahmen des Projekts die Benutzeroberfläche für Endkunden implementiert<sup>6</sup>. Der Zugriff der Nutzer geschieht über ein Webinterface, welches in einem herkömmlichen Internetclient<sup>7</sup> läuft. Die Anbindung dieser Benutzeroberfläche an die Datenbank geschieht per PHP<sup>8</sup>.

Insgesamt lässt sich das Projekt in drei Bereiche teilen:

1. *Datenmodellierung und Datenbankerstellung*: Nach einer Einarbeitungsphase in Unternehmensstruktur und Artefakte wurde notwendiges Expertenwissen erhoben und ein Datenmodell als Grundlage für eine relationale Datenbank erstellt.

---

<sup>4</sup> Verwendet wurde eine mySQL-Datenbank. Um Missverständnisse zu vermeiden wird diese Datenbank im Folgenden als EIKON-Datenbank bezeichnet

<sup>5</sup> XML (Extended Markup Language) ist eine Auszeichnungssprache, die u.a. den Datentransfer zwischen relationalen Datenbanken ermöglicht.

<sup>6</sup> Eine weitere Benutzeroberfläche für unternehmensinterne Mitarbeiter wurde konzeptuell berücksichtigt.

<sup>7</sup> Ein verwendbarer Internetclient ist beispielsweise der Microsoft Internet Explorer in der Version 6.0.

<sup>8</sup> Die Kurzform PHP steht für „Personal Hypertext Processor“. PHP ist eine serverseitig laufende Skriptsprache. Für Details sei auf die Projektdokumentation in Anhang A sowie auf Kapitel 4.4.2 verwiesen.



2. *Bedarfsanalyse und Konzeption der Benutzeroberfläche*: Nachdem das Design der Datenbank ausreichend überprüft und die Datenbank mit Beispieldatensätzen zu einigen Fahrzeugen und Produkten gefüllt war, wurde eine Endkundenoberfläche zunächst prototypisch in Microsoft Visio konzipiert
3. *Implementierung der Endkundenoberfläche*: In einem letzten Schritt wurde die Benutzeroberfläche implementiert und die Schnittstelle zwischen Oberfläche und Datenbank in PHP programmiert.

Während die letzten beiden Bereiche eng miteinander verbunden sind und zu großen Teilen parallel verliefen, nahm die Phase der Datenmodellierung und des Datenbank-Aufbaus eine isolierte und zeitaufwendige Stufe ein, welche zunächst weitestgehend abgeschlossen werden musste, bevor weitere Projektphasen beginnen konnten. Insbesondere in dieser Projektphase war eine enge Zusammenarbeit mit dem Fach-Experten notwendig, welche das notwendige Wissen über Terminologien, Relationen, Regeln etc. in das System einbrachten.

An die Stufe der Datenmodellierung schloss sich die Phase der Benutzeroberflächen-Konzeption an. Erste Prototypen einer Oberfläche dienten als Grundlage von Usability Tests<sup>9</sup> und zur Überprüfung des in der Datenmodellierungsphase erfassten Wissens.

Die Ergebnisse von Usability Tests und Experteninterviews sowie wissenschaftliche Grundlagen der Visualisierung<sup>10</sup> flossen in die Implementierung der Oberfläche ein, welche in HTML sowie Skriptsprachen wie Javascript umgesetzt wurde.

Eine Übersicht über die beschriebenen Systemkomponenten sowie weitere bereits konzeptionell berücksichtigte Oberflächen gibt Abbildung 1:

---

<sup>9</sup> Usability Tests [engl.]: Überprüfen der Benutzbarkeit dienen einer frühzeitigen Evaluierung des Systems. Sie werden als eigenständiges Thema einer weiteren Magisterarbeit zum EIKON-Projekt (cf. Quint 2003) behandelt.

<sup>10</sup> Visualisierung ist eigenständiges Thema einer weiteren Magisterarbeit zum EIKON-Projekt (cf. Plank 2003).

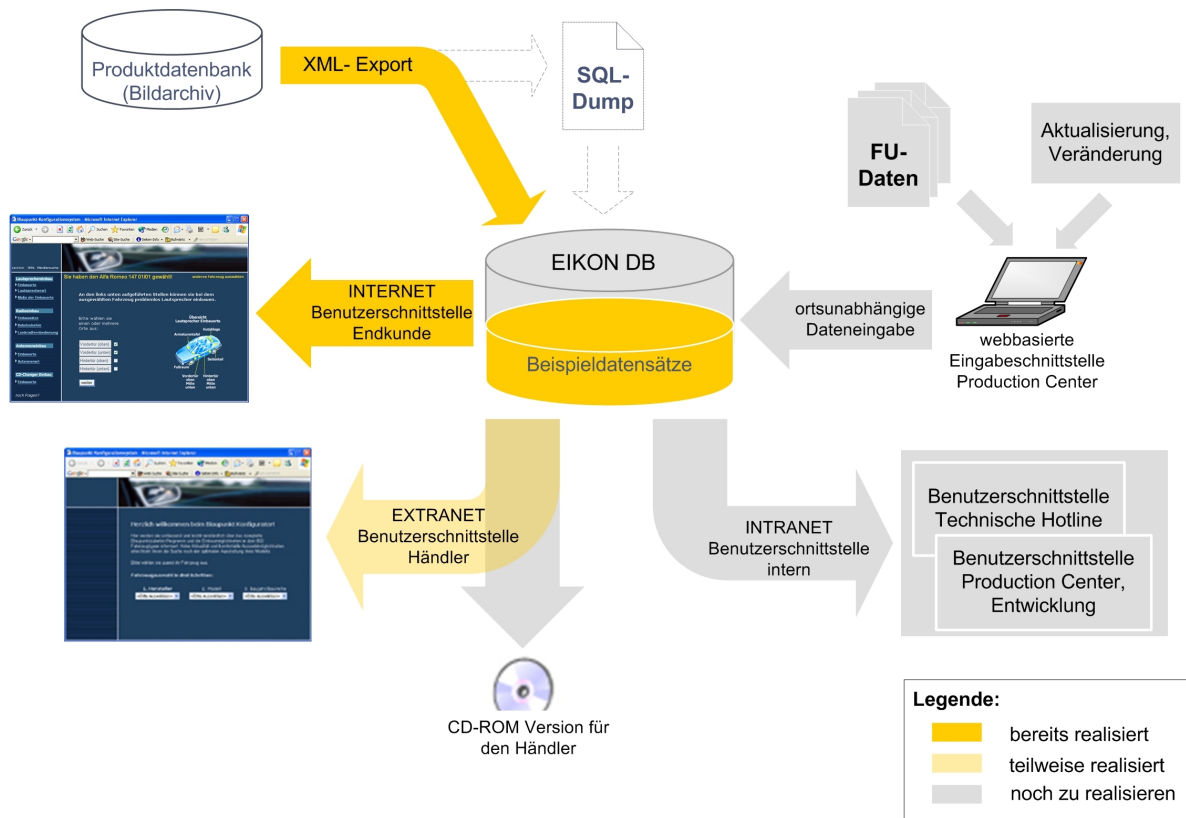


Abbildung 1: Übersicht: Das EIKON-Projekt

Einen großen Anteil im Gesamtprojekt nahm die etwa dreimonatige Phase der Datenmodellierung für die EIKON-Datenbank ein. Dabei wurden nicht nur Dokumente gesichtet, sondern auch regelmäßige Interviews mit dem Blaupunkt-Fachexperten geführt. Insbesondere diese Interviews waren Grundlage für das der Datenbank zugrunde liegende Datenmodell.

Nach dieser Einführung in den Projektzusammenhang führt das folgende Kapitel in den Kontext der WBS ein.

# 1 Wissensbasierte Systeme

Es soll im Folgenden um eine erste Annäherung an das Thema WBS gehen, indem zunächst zum Gesamtverständnis notwendige Hintergründe und Definitionen gegeben werden, bevor mögliche Einsatzgebiete dieser Art von Computersystemen aufgeführt und erklärt werden.

## 1.1 Einführung und Begriffsabgrenzung

Der Begriff „WBS“<sup>11</sup> stammt ursprünglich aus der Forschung zur Künstlichen Intelligenz (KI)<sup>12</sup> in welcher WBS Einzug erhielten, um dem Problem der nur eingeschränkten Verfügbarkeit von Expertenwissen (cf. Schneider 1994:15) Herr zu werden, sowie Methoden zur Bereitstellung von Wissen für Nicht-Experten in adäquater Form zu entwickeln.

In Anlehnung an eine Definition von (Schneider/Voss 2000) soll in dieser Arbeit unter einem WBS ein Softwaresystem verstanden werden, das

*„[...] in einem eng abgegrenztem Anwendungsbereich die spezifischen - also problembezogenen - Problemlösungsfähigkeiten eines menschlichen Experten zumindest annähernd erreicht oder auch übertrifft.“*

Zu betonen ist in dieser Definition die Tatsache, dass ein WBS Lösungen für einen „eng abgegrenzten Anwendungsbereich“, eine so genannte Domäne, liefert. Diese Eigenschaft entspricht der eines menschlichen Experten, der im Allgemeinen nur für abgegrenzte Domänen Fachwissen besitzt und steht somit im Gegensatz zur „klassischen Periode“ der KI-Forschung in den 50er und 60er Jahren. In dieser Periode wurde nach *allgemeinen* Prinzipien zur Lösung *beliebiger* Probleme gesucht. Erst in den 70er Jahren wurde die Bedeutung des problemspezifischen Wissens erkannt (cf. Kurbel 1989:4). Es standen von nun an nicht mehr formale Prinzipien und Strategien im Vordergrund, sondern die Bedeutung des in einem System abgelegten Wissens für die Problemlösung. Man wandte sich nun verstärkt praktischen Problemen aus der realen Welt zu. Daraus resultierte

---

<sup>11</sup> In der deutschsprachigen Literatur werden WBS auch als Expertensysteme bezeichnet. In der englischsprachigen Literatur tauchen „rule-based-systems“, „knowledge systems“ oder „knowledge-based expert systems“ als Synonyme auf.

<sup>12</sup> Die KI als Teilgebiet der Informatik beschäftigt sich mit der Erforschung intelligenten Problemlösungsverhaltens und darauf aufbauend mit der Entwicklung intelligenter Computersysteme (cf. Haun 2000:9ff.).

unmittelbar die konsequente Einbeziehung der Experten als primäre Quelle des Wissens in den Entwicklungsprozess eines WBS.

Schwierig erscheint eine Abgrenzung des Terminus „WBS“ gegenüber dem häufig in der Literatur verwendeten Begriff des „Expertensystems“. Über eindeutige Unterscheidungskriterien besteht bis heute Uneinigkeit (cf. Bachem 1994:5).

(Waterman 1986:18) geht von der Annahme aus, dass Expertensysteme eine Teilmenge der WBS seien, welche er wiederum als Teilmenge aller KI-Systeme ansieht.

Auch der Versuch einer Abgrenzung der Begriffe über die Systemkomponenten ist wenig hilfreich: Die zwei Hauptkomponenten Wissensbasis und Problemlösungskomponente, welche von (Kurbel 1989:18) einem WBS zugeschrieben werden, werden in anderen wissenschaftlichen Arbeiten auch auf Expertensysteme bezogen (cf. u.a. Harmon/King 1989:5).

(Harmon/King 1989:5) sehen in dem Gebrauch der beiden Begriffe lediglich eine Veränderung im Laufe der Zeit:

*„Die frühen Systeme wurden in der Regel als ‚Expertensysteme‘ bezeichnet, aber die meisten Knowledge Engineers sprechen heute von ‚wissensbasierten Systemen‘ [...].“*

Wie im Großteil der Fachliteratur werden in dieser Arbeit die Begriffe „Expertensysteme“ und „WBS“ als Synonyme verstanden. Der Einheitlichkeit halber soll in der vorliegenden Arbeit durchgehend der Terminus „WBS“ verwendet werden.

Welche Einsatzfelder und Arbeitsprinzipien von WBS es gibt, wird im folgenden Kapitel aufgezeigt.

## 1.2 Einsatzfelder und Kategorien Wissensbasierter Systeme

Um WBS von herkömmlichen Informationssystemen abzugrenzen, sollen in diesem Kapitel Einsatzfelder dargestellt und Probleme, für deren Lösung sich WBS eignen, klassifiziert werden.

Eine generelle Auflistung von möglichen Anwendungsbereichen gibt (Kurbel 1989:25). Danach finden WBS in folgenden Situationen sinnvolle Einsatzmöglichkeiten:

- Für die Lösung eines Problems stehen nicht genügend qualifizierte Fachkräfte zur Verfügung.
- Problemstrukturen sind so komplex, dass sie vom Menschen allein nicht mehr oder nur schwer bewältigt werden.
- Es sind Probleme zu lösen, für die exakte Theorien oder Algorithmen nicht bekannt sind.
- Expertenwissen soll auch für Nicht-Experten verfügbar gemacht werden. Dies kann der Fall sein, wenn für eine Aufgabe unterschiedlich qualifizierte Mitarbeiter eingesetzt werden; das Wissen eines hochqualifizierten Spezialisten kann dann unter Umständen auch von anderen genutzt werden.
- Expertenwissen soll unabhängig von einer bestimmten Person erhalten bleiben. Beispielsweise kommt der Anstoß für eine WBS-Entwicklung oft daher, dass der einzige Spezialist im Unternehmen für eine bestimmte Aufgabe kurz vor dem Ruhestand steht.

Nach (Hayes-Roth/Lenat/Waterman 1983:14) und (Kurbel 1989:138ff.) lassen sich des Weiteren zehn Kategorien von WBS unterscheiden:

- *Interpretationssysteme*: Interpretationssysteme analysieren Daten, um deren Bedeutung zu erfassen. Sie werden beispielsweise zur Analyse von Radar-Signalen oder Röntgenstrahlen eingesetzt.
- *Prognosesysteme*: Prognosesysteme haben die Aufgabe aus gegebenen Situationen Vorhersagen über Konsequenzen abzuleiten. So prognostiziert zum Beispiel das System „Plant/CD“ Ernteschäden, wenn ein bestimmter Insektentyp auftritt.
- *Diagnosesysteme*: Diese Art WBS sollen fehlerhaftes Verhalten in anderen Systemen aufspüren. Viele bekannte Diagnosesysteme finden im medizinischen Bereich Verwendung.
- *Konfigurationssysteme*: Diese WBS stellen nach den Anforderungen und Wünschen des Anwenders komplexe Objekte zusammen. Ein Beispiel für ein Konfigurationssystem ist das im Rahmen des EIKON-Projekts entwickelte System zur Konfigurierung von Blaupunkt-Zubehör.

- *Planungssysteme*: Planungssysteme erstellen Pläne als eine Folge von Aktionen. Das WBS „Molgen“ beispielsweise erstellt einen Plan zur Durchführung von molekulargenetischen Experimenten.
- *Überwachungssysteme*: Diese u.a. in der Luftverkehrsüberwachung zum Einsatz kommenden Systeme, haben die Aufgabe andere Systeme zu überwachen und bei Abweichungen von erwartetem Verhalten gegebenenfalls einen Alarm auszulösen.
- *Kontrollsysteme*: Zusätzlich zu Überwachungsfunktionen übernehmen Kontrollsysteme die gesamte Systemsteuerung und können somit u.a. in industriellen Fertigungsprozessen eingesetzt werden.
- *Systeme zur Fehleranalyse und -behebung*: Diese wie Diagnosesysteme vorrangig in der Medizin eingesetzten WBS geben zusätzlich zur Diagnose auch Therapievorschlüsse.
- *Reparatursysteme*: Reparatursysteme schlagen nicht nur eine Therapie zu einer gestellten Diagnose vor, sondern entwickeln auch einen Plan zur Durchführung der Therapie.
- *Lehrsysteme*: Auch Lehrsysteme zur Unterstützung des Lernprozesses, die im Laufe der vergangenen Jahre an Bedeutung zugenommen haben, zählen zu den WBS, da in ihnen Wissen repräsentiert wird.

Die Gruppe der Konfigurationssysteme nahm in einer Zusammenstellung im praktischen Einsatz befindlicher WBS von 1989 (cf. Kurbel 1989:157) mit 14 von 32 aufgelisteten Systemen den größten Teil ein. Wenn auch der Marktanteil der WBS im Bereich der Medizintechnik und des Multimedialen Lernens inzwischen beachtlich zugenommen haben dürfte, ist auch heute noch von einer nicht zu vernachlässigenden Stellung der Konfigurationssysteme auszugehen. Hierzu hat ohne Zweifel die wachsende Popularität des Internets und der damit verbundene Einsatz von webgestützten Produktkonfiguratoren beigetragen.

## 2 Knowledge Engineering

In den bisherigen Betrachtungen stand das WBS selbst im Mittelpunkt. Im Folgenden soll es schwerpunktmäßig um den WBS-Entwicklungsprozess und die an ihm beteiligten Menschen - dem Knowledge Engineer und dem Experten - sowie ihre Beziehung zueinander gehen. Ausgehend von der Definition des Begriffs „Knowledge Engineering“ und weiterer zum Verständnis notwendiger Bezeichnungen wird schließlich der Prozess der Wissensakquisition als ein Teilprozess des Knowledge Engineering beschrieben.

### 2.1 Definitionen

#### 2.1.1 Definition: Knowledge Engineering

Der Begriff des „Knowledge Engineering“<sup>13</sup> wurde 1977 von Edward Feigenbaum geprägt. Da Feigenbaum den Terminus hauptsächlich im Kontext eines Programms für massenspektroskopische Analyse verwendet (cf. Hennings 1989:21), soll zur Begriffsbestimmung eine neuere Definition von (Wachsmuth 2001) herangezogen werden. Danach handelt es sich beim Knowledge Engineering um den „Transfer von Expertise auf maschinelle Systeme“. Die Bezeichnung umfasst demnach den Prozess

*„[...] Problemlösungswissen für einen eingegrenzten Aufgabenbereich von menschlichen Experten zu erheben und in einem geeigneten Formalismus so zu repräsentieren, dass sich Probleme dieses Bereichs maschinell lösen lassen.“ (ebd.)*

Wie schon bei der WBS-Definition wird auch hier ein „eingegrenzter Aufgabenbereich“ betont. Weiterhin werden mit dieser Definition die Wissenserhebung sowie die Wissensrepräsentation als Inhalte des Knowledge Engineering hervorgehoben, auf die in *Kapitel 2.3.3* eingegangen wird.

Dennoch reicht die Definition nicht aus, um das Verständnis von Knowledge Engineering in der Praxis widerzuspiegeln. Deshalb stützt sich die vorliegende Arbeit bezüglich des Begriffs „Knowledge Engineering“ auf die breiter gefasste Definition von (Bölscher/Curth/Raschke 1991:25):

---

<sup>13</sup> Knowledge Engineering [engl.]: Wissenskonstruktion, Wissensmodellierung. In der vorliegenden Arbeit wird ausschließlich der englische Fachbegriff verwendet, da er sich in der Literatur etabliert hat.

*„Unter Knowledge Engineering wird der gesamte Prozess der Entwicklung und Wartung (Lebenszyklus) eines wissensbasierten Systems verstanden. Knowledge Engineering beginnt bei der Machbarkeitsstudie, führt über die Werkzeugauswahl zur eigentlichen Entwicklung [...] und schließt mit der Integration und Wartung ab.“*

Knowledge Engineering hört demnach nicht bei der Wissenserhebung und -repräsentation auf, sondern umfasst den gesamten Bereich der WBS-Entwicklung bis hin zur Wartung des Systems. Alle in dieser Definition enthaltenen Phasen sollen in *Kapitel 2.2* beschrieben werden.

### 2.1.2 Definition: Knowledge Engineer

Neben dem Experten als primäre Quelle für das im System wiederzugebende Wissen, ist der Knowledge Engineer<sup>14</sup> die Person, welche an allen aufgeführten Phasen des WBS-Entwicklungsprozesses beteiligt ist.

Wie in einer Definition von (Barstow et al. 1983:129) wird der Knowledge Engineer oftmals als „go-between“ bezeichnet, welcher lediglich die Funktion hat, dem Experten bei der Entwicklung zu helfen. Auch wenn erst in *Kapitel 2.3.2* genauer auf verschiedene Rollen des Knowledge Engineers bei der Entwicklung eingegangen wird, soll schon hier deutlich gemacht werden, dass er in der vorliegenden Arbeit nicht wie in Barstows Definition als bloßer Gehilfe betrachtet werden kann.

Passend erscheint deshalb die folgende Definition, in der der Knowledge Engineer nicht Assistent, sondern Hauptakteur bei der Systementwicklung ist:

*„Die Aufgabe der [...] Knowledge Engineers besteht darin, Wissen eines menschlichen Experten in Erfahrung zu bringen und in ein Expertensystem [Anmerk. d. Autors: WBS] einzugliedern. Sie sind Spezialisten für das Hervorholen von Expertenwissen und für die Prototyp-Erstellung eines Expertensystems[Anmerk. d. Autors: WBS], das Wissen enthält, und für die Verfeinerung des Systems in Zusammenarbeit mit dem Experten.“ (Harmon/King 1989:218)*

Auch diese Definition hebt den der Prototyp-Erstellung vorangehenden Schritt der Erhebung von Expertenwissen als Tätigkeit des Knowledge Engineers hervor und betont zugleich die dabei notwendige Zusammenarbeit zwischen dem Experten als wichtigster

---

<sup>14</sup> Knowledge Engineer [engl.]: Wissensingenieur. In der vorliegenden Arbeit wird ausschließlich der englische Fachbegriff verwendet, da er sich in der Literatur etabliert hat.



Wissensquelle und dem Knowledge Engineer mit dem notwendigen Know-How für die Systementwicklung.

Der Unterschied zu einem Software Engineer, der ebenfalls Experten interviewt und ein System entwirft und implementiert, ist in der für Interviews aufgebrauchten Zeit zu sehen. Ein Knowledge Engineer wird sich wesentlich öfter mit Experten für Befragungen treffen und zeigt größeres Interesse an den kognitiven Prozessen des Experten (cf. Harmon/King 1989:218) als ein Software Engineer.

### 2.1.3 Definition: Experte

Ein Experte<sup>15</sup> wird von (Waterman 1986:10) wie folgt definiert:

*„[An expert is] a person who through years of training and experience has become extremely proficient at problem solving in a particular domain.“*

Von diesen Experten muss der Großteil des im System zu repräsentierenden Wissens zur Verfügung gestellt werden. In der vorliegenden Arbeit soll ein Experte wie in der genannten Definition als ein speziell ausgebildeter und erfahrener Fachmann verstanden werden, der in einer abgegrenzten Domäne über umfassendes Wissen verfügt. Er kann dieses Wissen nicht nur durch Schlussfolgerungen anwenden, sondern auch einmal getroffene Entscheidungen erläutern und begründen (ebd.).

Der Aussage, dass ein Experte auch immer in der Lage sei, seine Vorgehensweise beim Problemlösen zu erklären, kann nicht uneingeschränkt zugestimmt werden, da gerade Entscheidungen, die auf Erfahrungen<sup>16</sup> beruhen, oftmals nicht erläutert werden können (ebd.).

Nachdem die beiden am Knowledge Engineering Prozess beteiligten Personengruppen definiert und abgegrenzt wurden, soll im folgenden Kapitel auf den Begriff „Wissen“ eingegangen werden bevor in *Kapitel 2.2* der Entwicklungsprozess eines WBS betrachtet wird.

---

<sup>15</sup> Als Synonym ist in der Literatur auch der Begriff „Spezialist“ zu finden.

<sup>16</sup> Erfahrungswissen bezeichnet man auch als „Implizites Wissen“ und wird in *Kapitel 2.14* anderen Wissensformen gegenübergestellt.

### 2.1.4 Definition: Wissen

Wie (Roehl 2002:19) richtig feststellt ist über die Definition von Wissen „[...] mehr geschrieben worden, als ein Mensch in seiner Lebenszeit zu lesen imstande ist.“ Dennoch soll hier die Frage geklärt werden, wie Wissen in dieser Arbeit verstanden wird.

In diesem Zusammenhang soll untersucht werden, was die besondere Qualität von Wissen gegenüber Daten und Information ist.

Daten und Information grenzen sich wie folgt ab:

*„Als Daten soll eine wohldefinierte Sammlung von Fakten verstanden werden, die von einem Computersystem verarbeitet werden können.“ (Haun 2000:33)*

Fakten können dabei numerische oder alphanumerische Zeichen sein. Kommt eine Zweckbestimmung hinzu werden aus Daten Informationen:

*„Informationen sind Datensammlungen, die für einen bestimmten Zweck ausgewählt, zusammengestellt, organisiert und verarbeitet werden.“ (ebd.)*

Während der Terminus „Information“ inzwischen insbesondere im Unternehmen einen unheilvollen Nimbus gewonnen hat und meist in Zusammenhang mit Mangel<sup>17</sup> oder Überlastung<sup>18</sup> genannt wird, suggeriert Wissen Sicherheit und unmittelbare Handlungsrelevanz (cf. Roehl 2002:21).

Dadurch, dass Wissen Zugang zu den „erlebten Wirklichkeiten“ (ebd.) von Kunden und Auftraggebern eröffnet, erscheint es für Unternehmen als überlebenswichtig. Diese Eigenschaft jedoch, nämlich dass Wissen immer an Personen gebunden ist, macht es nicht nur wichtig, sondern auch extrem schwer handhabbar.

Im Kontext von WBS stützt sich die vorliegende Arbeit auf folgende Definition von Wissen:

*„Wissen bezeichnet die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen. Dies umfasst sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Alltagsregeln und Handlungsanweisungen. Wissen stützt sich auf Daten und Informationen, ist im Gegensatz zu diesen jedoch immer an Personen*

---

<sup>17</sup> In diesem Zusammenhang wird häufig von Informationsbedarf gesprochen.

<sup>18</sup> Als Beispiel für eine Überlastung lässt sich etwa eine Menge von neuen E-Mails, in welcher eine bestimmte Information gefunden werden muss, heranziehen.

*gebunden. Es wird von Individuen konstruiert und repräsentiert deren Erwartungen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge.*“ (Probst/Raub/Romhardt 1999:46)

Abgesehen von der in dieser Definition hervorgehobenen Personenbezogenheit nennt (Kuhlen 1999:38) eine weitere für diese Arbeit wichtige Eigenschaft von Wissen:

*„Vorhandenes Wissen kann dann nur memoriert oder kommuniziert, vielleicht sogar nur produziert, also für den Wissensproduzenten selber oder für andere zugänglich gemacht werden, wenn es in irgendeiner Weise dargestellt wird. Wissen ist immer schon repräsentiertes Wissen.“*

Genau diese Darstellung bzw. Repräsentation von Wissen kann jedoch bei bestimmten Wissensformen, wie zum Beispiel Implizitem Wissen, teilweise große Probleme bereiten.

Implizites Wissen wird in folgender generelle Unterteilung von Wissen nach (Roehl 2002:20) zwei weiteren Wissensformen gegenübergestellt:

1. *Implizites Wissen:* Implizites Wissen wird durch Erfahrung mit „körperlicher Präsenz“ (ebd.) erzeugt.
2. *Explizites Wissen:* Explizites Wissen ist an intellektuelle Erfahrung gebunden und wird durch Kommunikation sowie Dokumentation in Zahlen, Bildern und Texten weitergegeben. Es kann durch gemeinsames Lernen angeeignet werden.
3. *Kodiertes Wissen:* Kodiertes Wissen ist Wissen, das als abgelegte Information existiert und eigentlich kein Wissen im strengen Sinne ist, da es der Definitionsforderung nach Personengebundenheit nicht entspricht. Es ist auch dann noch vorhanden, wenn die Mitarbeiter das Unternehmen verlassen haben: Bücher, Manuals und elektronisch kodiertes Wissen gehören zu dieser Gruppe.

Wie sich zeigen wird, ist diese Einteilung nur beschränkt auf Wissensformen des in dieser Arbeit betrachteten EIKON-Projekts anwendbar, so dass weitere Wissensformen aufzustellen sind.

Zunächst soll aber auf einzelne Phasen des Knowledge Engineering Prozesses eingegangen werden.

## 2.2 Phasen des Knowledge Engineering Prozesses

Für den Ablauf eines Knowledge Engineering Prozesses und insbesondere für den des darin beinhalteten Wissensakquisitionsprozesses lassen sich in der Literatur zahlreiche veranschaulichende Phasenmodelle finden (cf. u.a. Carlisle Scott/Clayton/Gibson 1991:14ff. oder Harmon/King 1989:220).

Die meisten dieser Modelle stimmen darin überein, dass sie den Begriff „Wissensakquisition“ entgegen dem Verständnis in dieser Arbeit (cf. *Kapitel 2.3*) als Synonym für Wissenserhebung verstehen und eine Dreiteilung des Knowledge Engineering Prozesses in Wissensakquisition, Wissensanalyse und Wissensrepräsentation vorsehen. (Gibson 1992:204) etwa sieht die drei genannten Phasen als aufeinander folgende voneinander unabhängige Teilphasen an.

Grundlage dieser Arbeit soll aber ein Verständnis von Knowledge Engineering sein, welches Wissensrepräsentation und Wissensanalyse als Teil der Wissensakquisition und Wissensakquisition wiederum als Teil des Gesamtprozesses Knowledge Engineering versteht.

Die folgende Abbildung basiert auf einer Darstellung von (Karch/Linster 1990:10) und verdeutlicht diesen Zusammenhang sehr anschaulich. Die der Abbildung zugrunde liegende Abgrenzung von Wissensakquisition, Wissenserhebung, Wissensanalyse und Wissensrepräsentation wird auch deshalb hier verwendet, weil sie sich von allen in der Fachliteratur zu findenden Modellen am besten auf das EIKON-Projekt beziehen lässt.

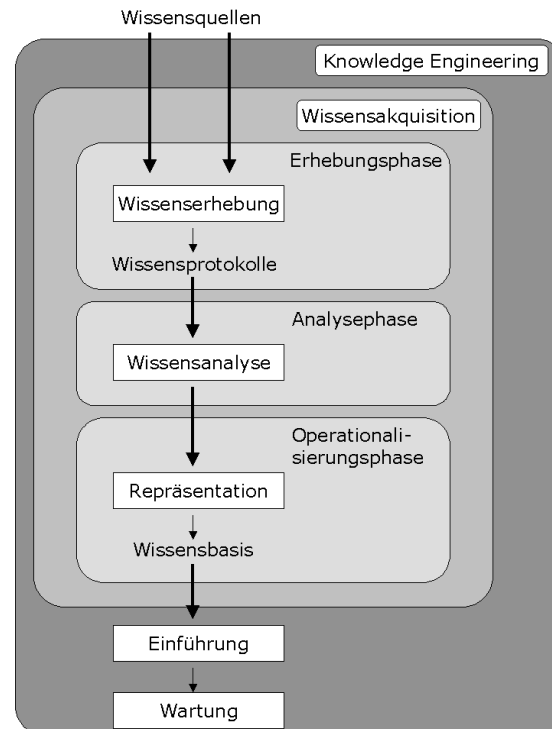


Abbildung 2: Logische Phasen beim Knowledge Engineering

Quelle: (Karch/Linster 1990:10)

Kritisch anzumerken ist jedoch bei diesem Prozessmodell der direkte Einstieg mit der Wissenserhebung. Nach dem Verständnis von (Carlisle Scott/Clayton/Gibson 1991:14) gibt es eine der eigentlichen Wissenserhebung vorangehende Phase, in welcher die Problemdomäne, die Projektpartizipanten sowie lösungsrelevantes Wissen identifiziert werden. Sie soll auch in der später folgenden Betrachtung der Wissensakquisitionsprozesses aus der praktischen Perspektive (cf. Kapitel 4) unter der Überschrift „Problemstellung“ mit einbezogen werden.

Obwohl das Modell (Abbildung 2) diese Phase nicht berücksichtigt und erst bei der eigentlichen Wissenserhebung sowie den darauf aufbauenden Phasen ansetzt, eignet es sich im Rahmen dieser Arbeit gut, da es das in den vorangehenden Definitionen Gesagte belegt und strukturiert:

So unterstützt das Modell die Knowledge Engineering Definition von (Bölscher/Curth/Raschke 1991:25) (cf. Kapitel 2.1.1) nach welcher neben dem großen Bereich der Wissensakquisition auch die Systemeinführung und -wartung zum Aufgabenbereich des Knowledge Engineers gehören. Dabei soll unter Einführung die Integration in bestehende Datenverarbeitungs-Umgebungen durch Anbindung an bestehende Datenbanken verstanden werden.

Mit Wartung ist die Pflege und Aktualisierung der Wissensbasis gemeint. Der Bedarf für eine regelmäßige Wartung liegt in den ständigen Veränderungen begründet, denen Expertenwissen unterliegt (cf. Karbach/Linster 1990:13). Da im EIKON-Projekt ein Prototyp erstellt wurde und die Phasen der Einführung und Wartung noch nicht erreicht sind, soll in dieser Arbeit sowohl theoretisch als auch in Bezug auf die praktische Umsetzung schwerpunktmäßig auf die Wissensakquisition und ihre Teilprozesse und nicht auf Systemintegration und Wartung eingegangen werden.

## 2.3 Wissensakquisition

Den zeitlich größten Anteil im Knowledge Engineering nimmt die so genannte Wissensakquisition in Anspruch, welche in diesem Kapitel näher vorgestellt werden soll.

### 2.3.1 Definition: Wissensakquisition

Obwohl in der wissenschaftlichen Literatur unter Wissensakquisition oftmals lediglich die Erhebung notwendigen Expertenwissens verstanden wird (cf. *Kapitel 2.2*), beinhaltet Wissensakquisition nach dem Verständnis dieser Arbeit außerdem die nicht weniger wichtigen Phasen der Wissensanalyse und der Wissensrepräsentation (cf. *Abbildung 2*).

Diese Aufteilung der Wissensakquisition in drei Phasen spiegelt sich auch in der Definition von (Kidd 1987:3) wider:

*„Knowledge Acquisition involves the following:*

- *Employing a technique to elicit data (usually verbal) from the expert.*
- *Interpreting these verbal data (more or less skillfully) in order to infer what might be the expert's underlying knowledge and reasoning processes.*
- *Using the interpretation to guide the construction of some model or language that describes (more or less accurately) the expert's knowledge and performance. Interpretation of further data is guided in turn by this evolving model.”*

Die drei von Kidd genannten Punkte entsprechen genau der Einteilung in Wissenserhebung, Wissensanalyse und Wissensrepräsentation. Mit dieser Definition als Basis für das Verständnis von Wissensakquisition, soll im Folgenden auf verschiedene Ansätze der Wissensakquisition eingegangen werden.

### 2.3.2 Grundmodelle der Wissensakquisition

In diesem Kapitel wird zunächst auf Rollen eingegangen, die von Knowledge Engineer und Experte eingenommen werden können, bevor drei Grundmodelle der Wissensakquisition vorgestellt werden.

Auf eine weit verbreitete Sichtweise der Rollenverteilung, nach der der Knowledge Engineer den Experten bei der Systemerstellung unterstützt wurde bereits in *Kapitel 2.1.2* hingewiesen.

Darüber hinaus werden in der Fachliteratur (cf. u.a. Wagner 1993) überwiegend zwei Möglichkeiten der Wissensakquisition unterschieden:

1. Der Experte ist selbst der Knowledge Engineer.
2. Ein Knowledge Engineer arbeitet mit dem Experten zusammen.

Der erste Ansatz bedeutet, dass ein Experte in einer bestimmten Domäne die Fähigkeiten eines Knowledge Engineers besitzt. Er ist für alle Phasen des WBS-Entwicklungsprozesses selbst zuständig. Das heißt, er muss in jedem Fall in der Lage sein, problemrelevantes Wissen zu definieren und eine geeignete Repräsentation des Wissens in einem Computersystem finden und umsetzen. Die Vorteile dieser Möglichkeit liegen auf der Hand:

Die Entwicklung eines ersten Prototypen ist in kurzer Zeit möglich, und zeitaufwendige Feedbackinterviews bzw. Interviews zur Wissenserhebung mit einem Knowledge Engineer sind nicht notwendig. Abgesehen von finanziellen Gründen, die für die WBS-Erstellung durch den Experten selbst sprechen, war es lange Zeit das limitierte Angebot an Knowledge Engineers, das für dieses Modell sprach. Inzwischen wurde dieser Engpass an qualifiziertem Personal jedoch erkannt und es hat sich sogar ein eigenes Berufsfeld herausgebildet (cf. Jobware 2002). Während in den USA schon seit einigen Jahren Aus- und Weiterbildungsgänge zum Knowledge Engineer existieren (cf. Gabriel 1992:26), werden diese seit kurzer Zeit auch in Deutschland<sup>19</sup> eingerichtet.

Der Fall, dass ein Experte tatsächlich über die gleichen Fähigkeiten verfügt wie ein ausgebildeter Knowledge Engineer, trifft eher selten ein. Somit müsste sich der Experte die notwendigen Fähigkeiten erst aneignen, was insgesamt zu einem höheren Zeitaufwand

---

<sup>19</sup> Die Möglichkeit zur Fortbildung zum Knowledge Engineer bietet beispielsweise das FORUM Institut für Management in Heidelberg ([www.forum-institut.de](http://www.forum-institut.de)).

führen würde. Außerdem kann es dadurch, dass ein Experte selbst „sein“ WBS entwickelt, zu einer Verschwimmung des Sachproblems kommen (cf. Wagner 1993).

Wesentlich häufiger und vorteilhafter ist ganz offensichtlich der zweite Fall, in dem es zu einer Zusammenarbeit zwischen dem Experten und dem Knowledge Engineer kommt. Der Hauptvorteil dieses Ansatzes liegt in der Arbeitsteilung. Der Fachexperte stellt sein Wissen und seine Erfahrung zur Verfügung, während der Knowledge Engineer die Entwicklung des WBS übernimmt. Der Experte muss keinerlei Programmierkenntnisse haben, obgleich diese für die Zusammenarbeit mit dem Knowledge Engineer von Vorteil sein können. Der Knowledge Engineer ist auf das Konzipieren und Implementieren von WBS spezialisiert und sollte in der Lage sein, Anforderungswünsche des Experten bzw. der Anwender<sup>20</sup> zu berücksichtigen. Hier kann ein Grundverständnis des Knowledge Engineering auf Seiten des Experten von Vorteil sein. Handelt es sich bei dem ausgewählten Experten um einen absoluten Laien auf dem Gebiet der Informationstechnologie und insbesondere der WBS-Infrastruktur, so könnte der Knowledge Engineer dieses Unwissen ausnutzen: Unbequeme Änderungswünsche seitens des Experten könnten dann von ihm als technisch nicht durchführbar hingestellt werden, obwohl sie sinnvoll wären. Reibungsverluste dieser Art entstehen jedoch nicht, solange der Experte ein ausreichendes Verständnis für die Werkzeuge des Knowledge Engineering mitbringt (ebd.).

Dieses Verständnis war, wie in *Kapitel 4.2.1.1* näher erläutert, bei dem im EIKON-Projekt zuständigen Fachexperten durchaus vorhanden und stellte tatsächlich einen großen Vorteil bei der Zusammenarbeit dar.

Abgesehen von den verschiedenen Rollen, die Experte und Knowledge Engineer im Entwicklungsprozesse einnehmen können, unterscheidet man drei Formen der Wissensakquisition: Die Indirekte Wissensakquisition, die Direkte Wissensakquisition und die Automatische Wissensakquisition.

#### 2.3.2.1 Indirekte Wissensakquisition

Bei der Indirekten Wissensakquisition befragt der Knowledge Engineer den Experten. Er strukturiert und formalisiert das Expertenwissen und entwickelt auch meist das Expertensystem (Kunde 1992:8). Dieses durch Abbildung 3 verdeutlichte Grundmodell wird in der vorliegenden Arbeit schwerpunktmäßig betrachtet.

---

<sup>20</sup> Zum Themenkomplex Anforderungsanalyse sei auf (Quint 2003) verwiesen.





Abbildung 3: Indirekte Wissensakquisition

Quelle: (Schneider/Voss 2000)

### 2.3.2.2 Direkte Wissenakquisition

Bei der direkten Wissensakquisition nutzt der Experte einen so genannten Wissenseditor. Ein Wissenseditor ist eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, über die der Experte sein Wissen in vorgegebenen Strukturen direkt in das System eingeben kann (cf. Abbildung 4). Bei der praktischen Anwendung dieses Modells besteht jedoch eventuell die Gefahr, dass der Experte die vom Editor geforderte Strukturierung des Wissens<sup>21</sup> nicht versteht.



Abbildung 4: Direkte Wissensakquisition

Quelle: (Kunde 1992: 9)

### 2.3.2.3 Automatische Wissensakquisition<sup>22</sup>

Bei dieser Art der Wissensakquisition wird das Wissen für das WBS von einem Rechnerprogramm aus vorliegenden Daten bzw. Fallbeispielen generiert (cf. Abbildung 5). Für eine effiziente Akquisition ist dabei eine bestimmte Menge an Daten und Informationen notwendig.



Abbildung 5: Automatische Wissensakquisition

Quelle: (Schneider/Voss 2000)

Da die direkte Wissensakquisition bisher durch die Nutzung eines zusätzlichen Systems (des Wissenseditors) nur mit großen Problemen möglich ist, und die automatische Wissensakquisition aufgrund unzureichender auf maschinellem Lernen basierenden Programmen bisher in der Praxis gar nicht eingesetzt wird (cf. Barstow et al. 1983:131),

<sup>21</sup> Eine mögliche Forderung des Wissenseditors könnte zum Beispiel die Formulierung des Wissens in Regeln sein.

<sup>22</sup> Synonym: Wissensinduktion.

wird die indirekte Wissensakquisition via Knowledge Engineer auch in nächster Zukunft das Mittel der Wahl bleiben. Auch während des EIKON-Projekts wurde die indirekte Wissensakquisition angewendet, und es beziehen sich alle weiteren theoretischen wie praktischen Betrachtungen in der vorliegenden Arbeit auf diese Form der Wissensakquisition.

### 2.3.3 Teilprozesse der Wissensakquisition

Ausgehend von dem in *Kapitel 2.3.2* vorgestellten Grundmodell der direkten Wissensakquisition soll im Folgenden ausführlicher auf die bereits bei der Erläuterung der Knowledge Engineering Phasen herausgearbeiteten Teilprozesse der Wissenserhebung, Wissensanalyse und Wissensrepräsentation eingegangen werden.

#### 2.3.3.1 Wissenserhebung

In der Wissenserhebungsphase<sup>23</sup> wird die Expertise, also das Wissen, das die besonderen Fähigkeiten eines Experten ausmacht, mit entsprechenden Methoden ermittelt und in so genannten Wissensprotokollen (cf. beispielsweise Anhang B) dokumentiert (Haun 2000:188).

Die Wissenserhebung ist eine reine Sammlung von Daten aus verschiedenen Quellen. Dazu zählen neben dem Experten als primärer Quelle Bücher, Manuals, Lexika und Systemmodelle. Während der Wissenserhebungsphase werden die in *Kapitel 3.4* beschriebenen kognitionspsychologisch motivierten Techniken angewendet.

#### 2.3.3.2 Wissensanalyse

Gilt bereits die Wissensakquisition im Ganzen als Engpass bzw. „bottleneck“ (Barstow et al. 1983:129) des Knowledge Engineering, wird insbesondere die Phase der Wissensanalyse häufig unterschätzt und zu Recht als Problembereich dargestellt. Gemäß einer in der Literatur weit verbreitete Sichtweise sei der Kopf des Experten mit Wissensbruchstücken gefüllt und es gelte lediglich diese „Juwelen“ herauszuholen (cf. Feigenbaum/McCorduck 1984:95).

Nach der Hervorholung und Speicherung des Expertenwissens in Wissensprotokollen müssen jedoch zunächst die erstellten Wissensprotokolle vom Knowledge Engineer analysiert und interpretiert werden. Er versucht in dieser Phase „[...] Strukturen des

---

<sup>23</sup> Die Wissenserhebungsphase wird auch als Wissenserzessionsphase (to elicit[engl.]: jemandem etwas entlocken) bezeichnet.

Bereichswissens, grundlegende Konzepte des Schlussfolgerungsprozesses, Inkonsistenzen in Wissensprotokollen und Beziehungen zwischen einzelnen Wissensprotokollen zu identifizieren.“ (Karbach/Linster 1990:11) Anschließend geht es darum, Möglichkeiten der Wissensrepräsentation im System hinsichtlich der Brauchbarkeit zu bewerten und umzusetzen.

### 2.3.3.3 Wissensrepräsentation

Während dieser Phase findet die Umsetzung des analysierten und interpretierten Wissens in operationale Wissensrepräsentationsformalismen statt. Gegenstand der Wissensrepräsentation ist somit die Formalisierung des Wissens in einer Art und Weise, dass eine maschinelle Verarbeitung durch den Computer möglich ist.

Inzwischen ist die Wissensrepräsentation zu einer eigenen Disziplin innerhalb der KI-Forschung herangewachsen (cf. Bibel/Elver/Schneeberger 1990:1), was ihren Stellenwert innerhalb der Wissensakquisition betont.

Basierend auf einer Definition von (Haun 2000:39) soll unter Wissensrepräsentation in dieser Arbeit die Darstellung und Beschreibung von Wissen verstanden werden, und zwar in einer Art und Weise, dass dieses Wissen später aus der Beschreibung wieder reproduziert werden kann.

Verschiedene Methoden der Wissensrepräsentation werden in der folgenden Abbildung zusammengestellt.

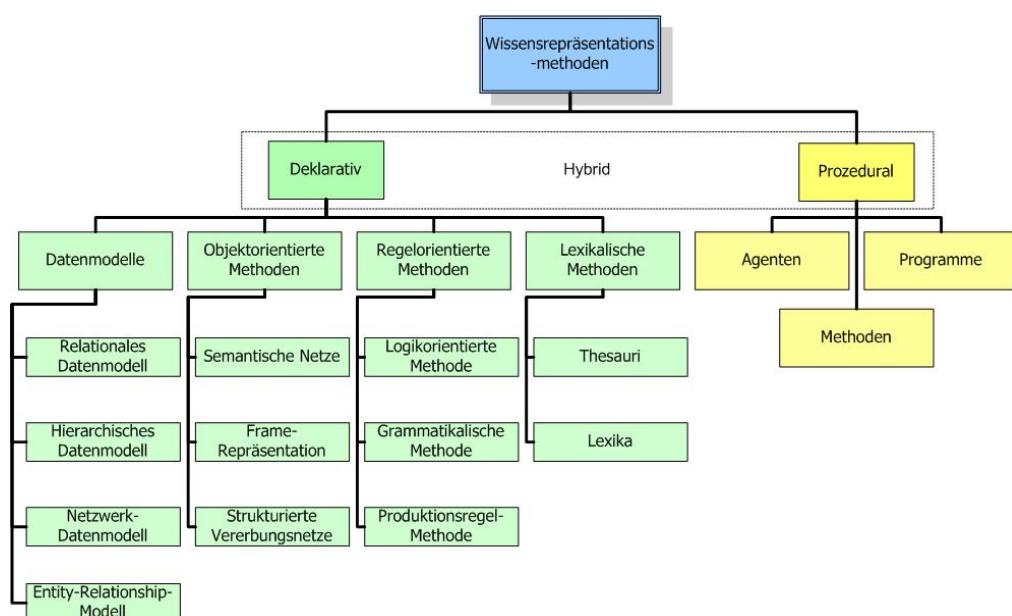


Abbildung 6: Wissensrepräsentationsmethoden

Quelle: (Haun 2000:42)

Deklarative Wissensrepräsentationsmethoden unterscheiden sich von prozeduralen Methoden dadurch, dass sie einen Sachverhalt zwar ausreichend beschreiben, jedoch keine Auskunft darüber geben, wie das Wissen anzuwenden ist. Jede Wissenseinheit wird unabhängig von Verarbeitungstechniken gespeichert (cf. *Kapitel 4.4.1*).

Deklarative und prozedurale Repräsentationsmethoden sollen im Folgenden nach (Haun 2000:42) kurz charakterisiert werden:

### **Deklarative Methoden:**

Traditionelle Datenmodelle werden vorrangig für die Wissensrepräsentation gut strukturierbarer Problembereiche eingesetzt. Die gute Strukturierbarkeit der Domäne sowie bereits vorhandene Wissenseinheiten in relationalen Datenbanken waren ausschlaggebend für die Entscheidung, das im EIKON-Projekt zu repräsentierende Wissen in einem Entity Relationship Modell (ERM) abzubilden. Das ERM wurde 1976 von Peter P. S. Chen entwickelt und dient als Werkzeug zum Datenbank-Entwurf und zur semantischen Datenmodellierung. Bei dieser Art der Wissensrepräsentation wird das Domänenwissen in Entitäten<sup>24</sup> und Relationen<sup>25</sup> wiedergegeben. Beiden werden bestimmte Eigenschaften zugeschrieben, die man als Attribute bezeichnet (cf. Fritze/Marsch 1999:16ff). Ausführlicher wird auf die Entity Relationship Modellierung in *Kapitel 4.4.1* sowie in der Projektbeschreibung (cf. Anhang A) eingegangen.

Objektorientierte Wissensrepräsentationsmethoden kapseln Wissen in einem Objekt. Die Objektorientierung versucht der Realität möglichst genau zu entsprechen, indem die Realität ähnlich der Repräsentation in einem ERM in Objekten mit Eigenschaften und Beziehungen untereinander widerspiegelt wird. Gleichartige Objekte lassen sich dabei zu Klassen zusammenfassen, die wiederum als Muster für den Aufbau weiterer Objekte dienen. Typische Vertreter der Objektorientierten Wissensrepräsentation sind die Semantischen Netze, die sich sehr eng an die Modelle der Kognitiven Psychologie anlehnen und Objekte und ihre Beziehungen grafisch darstellen sowie die Frame-Repräsentation. Diese stellt Fakten und Relationen ebenfalls als Objekte dar und enthält so genannte „slots“ für sämtliche mit dem Objekt assoziierten Informationen. In den „slots“ können Werte für Attribute gespeichert werden, so dass die Repräsentationsmethode wesentliche Eigenschaften eines ERM beinhaltet.

---

<sup>24</sup> Entitäten sind reale oder abstrakte Dinge, die für den betrachteten Ausschnitt der Realität relevant sind, wie zum Beispiel die Entität Fahrzeug.

<sup>25</sup> Relationen sind Beziehungen zwischen den im Modell dargestellten Entitäten.

Bei den Regelerorientierten Methoden interessieren vor allem die regelhaften Zusammenhänge eines Sachverhalts. Regeln setzen sich aus einem Bedingungsteil (Prämisse) und einem Aktionsteil (Konklusion) zusammen und entsprechen im Prinzip Wenn-Dann-Beziehungen:

Wenn <Bedingung> Dann <Aktion>

Im Bedingungsteil wird durch eine oder mehrere miteinander verknüpfte Vorbedingungen die Situation beschrieben, bei der eine bestimmte Aktion ausgelöst werden soll. Typische Vertreter der Regelerorientierten Methoden sind die logikbasierten Methoden, die sich der Prädikatenlogik bedienen und die grammatikalischen Methoden, die ihren Einsatz bei der Verarbeitung natürlicher Sprache finden.

Lexikalische Methoden werden beispielsweise bei Modellierungsproblemen natürlichsprachlichen Wissens eingesetzt, so dass sich Thesauri etwa in Recherchesystemen und Lexika in Sprachverarbeitungssystemen finden lassen.

### **Prozedurale Methoden:**

Gegenüber den oben beschriebenen deklarativen Wissenrepräsentationsmethoden trennt die prozedurale Wissensrepräsentation nicht zwischen Darstellung und Anwendung des Wissens. Informationen über einen aktiven Gebrauch des Wissens in Form eines definierten Ablaufs<sup>26</sup> sind direkt enthalten. WBS mit prozeduraler Wissensrepräsentation können intelligente Leistungen vollbringen. Modelle dieser Art werden für autonome, handlungsfähige und verteilte Agenten zum Beispiel in Informationsrecherchesystemen eingesetzt.

---

<sup>26</sup> Ein solcher vordefinierter Ablauf wird auch als Algorithmus oder Prozedur bezeichnet.

# 3 Wissensakquisition bei der Blaupunkt GmbH: Ansätze und Methoden

Im Folgenden soll auf den konkreten Wissensakquisitionsprozess bei der Blaupunkt GmbH eingegangen werden. Dabei werden die theoretischen Inhalte der vorangehenden Kapitel auf das EIKON-Projekt bezogen bzw. begründet, warum sich bestimmte in der Literatur gängige Methoden, Ansätze und Modelle für die Wissensakquisition bei der Blaupunkt GmbH besonders gut oder schlecht eignen.

## 3.1 Einordnung des Projekts in den Kontext Wissensbasierter Systeme

Nachdem in *Kapitel 1* beschrieben wurde, was WBS auszeichnet und welche Personen am Entwicklungsprozess beteiligt sind, soll im Folgenden zunächst erklärt werden, inwieweit es sich bei dem im EIKON-Projekt prototypisch umgesetzten Konfigurationssystem um ein WBS handelt. Dass Konfigurationssysteme prinzipiell zur Gruppe der WBS gehören, wurde in der Auflistung in *Kapitel 1.2* dargestellt.

Wenn man sich die Definition eines WBS nach (Schneider/Voss 2000) (cf. *Kapitel 1.1*) noch einmal ins Gedächtnis ruft, lassen sich drei wesentliche Aspekte eines WBS festhalten:

### **1. Es handelt sich um ein Softwaresystem.**

Das im EIKON-Projekt entwickelte System läuft zunächst webbasiert, so dass man eher von einer Web-Applikation als von einem Softwaresystem sprechen sollte. Dies bedeutet jedoch keine Einschränkung der Definition, da in späteren Entwicklungsphasen eine CD-ROM-Version vorgesehen ist und es sich dann um ein abgeschlossenes Softwaresystem handelt.

## **2. Es bearbeitet Probleme in einem abgegrenzten Bereich.**

Der abgegrenzte Bereich ist im Fall des EIKON-Systems<sup>27</sup> der Bereich der Blaupunkt Zubehörteile (cf. *Kapitel 4.1.3*).

Obgleich von Anfang an auf die Erweiterbarkeit des Systems - u.a. auf weitere Produkte - vom Blaupunkt-Management Wert gelegt und vom Entwicklungsteam geachtet wurde, war der zu bearbeitende Bereich zunächst auf den Bereich Lautsprecher, Antennen, Radiozubehör begrenzt.

## **3. Es kommt an die Problemlösungsfähigkeiten eines menschlichen Experten heran.**

Das EIKON-System kommt durchaus an Problemlösungsfähigkeiten eines menschlichen Experten heran, da es in der Lage ist, Endkunden bezüglich in ihr Kfz passender Produkte Auskunft zu erteilen. Es kann Blaupunkt-Mitarbeiter entlasten, indem es Aufgaben eines Experten in der Einbaugarage oder dem Kundensupport übernimmt. Genauer sollen die Probleme, die das System maschinell zu lösen in der Lage ist, später klassifiziert werden (cf. *Kapitel 4.1.2*).

Von den Definitionsinhalten abgesehen, treffen auch ein Großteil der in *Kapitel 1.2* formulierten Anwendungsbereiche von WBS auf das EIKON-System zu. So stellt das System eine Möglichkeit dar, Wissen allgemeiner verfügbar zu machen, so dass dieses nicht nur Mitarbeitern aus der Einbaugarage vorbehalten bleibt sondern auch anderen Blaupunkt-Mitarbeitern zugänglich ist.

Nach obiger Darstellung kann man somit sagen, dass es sich bei dem erstellten Konfigurationssystem um ein WBS handelt.

## **3.2 Wissensakquisition als zyklischer und iterativer Prozess**

Wie bereits in *Kapitel 2.2* gesagt, lassen sich in der Fachliteratur unzählige Phasenmodelle für den Ablauf des Knowledge Engineering bzw. der Wissensakquisition finden. Die große Anzahl dieser Modelle zeigt deutlich, dass es schwierig - wenn nicht sogar unmöglich - ist, ein allgemeingültiges Modell zu entwerfen, welches sich auf mehrere bestehende oder

---

<sup>27</sup> Als EIKON-System soll hier der im Rahmen des EIKON-Projekts entwickelte Prototyp verstanden werden.

neue Projekte beziehen lässt. Dies liegt daran, dass sich die den Modellentwicklungen zugrunde liegenden Projekte nur in einigen sehr allgemeinen Aspekten ähneln.

Auch für das EIKON-Projekt wurde kein Modell oder vergleichbares Projekt gefunden, dessen Vorgehensweise oder Methoden sich vollständig übertragen und nutzbringend einbringen lassen hätten.

Auch das in *Kapitel 2.2* vorgestellte Prozessmodell nach (Karbach/Linster 1990:10) ist aufgrund der darin zu findenden linearen Struktur für eine Anwendung auf das EIKON-Projekt nur eingeschränkt geeignet. Es wurde jedoch für diese Arbeit zur Veranschaulichung und Strukturierung herangezogen, da die darin zu findende Einteilung der Wissensakquisition in Erhebung, Analyse und Repräsentation dem EIKON-Projekt am ehesten entsprach.

Generell lässt sich über den Entwicklungsprozess im Rahmen des EIKON-Projekts sagen, dass er nicht als linearer Prozess zu verstehen ist, da er stark durch experimentelle, iterative und interaktive Tätigkeit geprägt ist, bei der einige Phasen sinnvollerweise mehrmals durchlaufen werden.

Es wird deshalb im Verlauf der folgenden Kapitel versucht, die einzelnen Wissensakquisitionsschritte so zu veranschaulichen, dass Schnittstellen zu vorhergehenden, nachfolgenden oder parallel verlaufenden Phasen aufgezeigt werden.

### 3.3 Der Rapid Prototyping Ansatz

Für die WBS-Entwicklung bei Blaupunkt wurde der so genannte Rapid Prototyping Ansatz gewählt. Er soll im Folgenden hinsichtlich seiner Vorteile beim Knowledge Engineering Prozess betrachtet werden.

Im Wesentlichen erlaubt diese Vorgehensweise eine Vermischung von Datenanalyse und Dateninterpretation bzw. Implementierung unter möglichst schneller Heranziehung eines ersten Prototypen (cf. Karbach/Linster 1990:17). Aus Knowledge Engineering Perspektive waren es insbesondere folgende Vorteile, die den Rapid Prototyping Ansatz für das EIKON-Projekt nahe legten:



1. Durch die Prototyp-Entwicklung wird der Wissenserhebungs- und Analyseprozess dem Experten verdeutlicht, so dass schon frühzeitig überprüft werden kann, ob der Wissenstransfer ordnungsgemäß durchgeführt wurde:

Im EIKON-Projekt wurde der Prototyp bereits in einem frühen Entwicklungsstadium den Experten vorgestellt, so dass Missverständnisse, die während der Wissenserhebung und -analyse entstanden waren, unmittelbar verbessert werden konnten.

2. Anhand eines Prototypen kann ein Experte den Knowledge Engineer besser auf fehlendes Wissen hinweisen:

Da Ergebnisse der Wissenserhebung und -analyse nicht immer ausführlich mit dem Experten besprochen werden konnten, war es spätestens mit dem Prototypen möglich, nicht nur Fehler sondern auch Lücken aufzudecken.

3. Kürzere Feedback-Zyklen und der rasche Erfolg steigern die Motivation aller Projektbeteiligten:

Im Fall von EIKON hatte der zuständige Experte ein hohes Eigeninteresse an der Erstellung des Konfigurationssystems, da seine Abteilung zur zukünftigen Nutzergruppe gehört. Eine abnehmende Motivation, notwendiges Wissen zur Verfügung zu stellen, trat deshalb nicht ein. Ein nachlassendes Interesse angesichts des hohen Programmieraufwands, welcher für den Experten schwer als Projektfortschritt, darzustellen ist, wäre jedoch durchaus zu befürchten gewesen, konnte aber durch die frühe Präsentation eines Prototypen verhindert werden. Es kann deshalb behauptet werden, dass auch im EIKON-Projekt der Prototyp eher als konkretes Ergebnis wahrgenommen wurde, als etwa ein in der Erstellung ebenso zeitaufwendiges Datenmodell oder der Programmiercode.

Abgesehen von den für den Knowledge Engineering Prozess wesentlichen Vorteilen des Rapid Prototyping, wurde dieser Ansatz gewählt, da anhand des Prototypen Usability Tests durchgeführt wurden, deren Ergebnisse ebenfalls in den Entwicklungsprozess einfließen<sup>28</sup>.

Nach diesen Ausführungen zu allgemeinen Eigenschaften des Projekts und die generelle Herangehensweise, soll in den folgenden Kapiteln der Wissensakquisitionsprozess mit seinen Teilprozessen hinsichtlich der Umsetzung im EIKON-Projekt vorgestellt werden.

Zunächst wird auf die verwendeten Methoden der Wissensakquisition eingegangen.

---

<sup>28</sup> Dieser Zusammenhang zwischen Usability Tests und dem entwickelten System wird in (QUINT 2003) untersucht und deshalb hier nicht näher erläutert.

## 3.4 Methoden der Wissensakquisition

Die in der Wissensakquisition verwendeten Methoden sollen in diesem Kapitel besprochen und vorgestellt sowie die Vor- und Nachteile im Rahmen des EIKON-Projekts herausgearbeitet werden. Zu den Techniken gehören:

1. Interviewtechniken
2. Beobachtungstechniken
3. Indirekte Techniken

### 3.4.1 Interviewtechniken

Das Interview stellt das am häufigsten eingesetzte Verfahren der Wissensakquisition dar (cf. Gabriel 1992:211), während alle übrigen Verfahren häufig nur als unterstützende Maßnahmen eingesetzt werden. Bei dieser Technik versucht der Knowledge Engineer durch Befragung das Wissen des Experten zu erheben. Im EIKON-Projekt fanden alle durchgeführten Interviews am Arbeitsplatz des Experten statt, um es dem Befragten zu ermöglichen auf Dokumente zuzugreifen, die an seinem Arbeitsplatz verfügbar sind. Eine Tonband-Aufzeichnung der Interviews wurde nicht durchgeführt, da eine Aufteilung des dreiköpfigen Knowledge Engineering Teams in Protokollanten und Moderator für ausreichend erachtet wurde. Unmittelbar nach der Durchführung der Interviews wurden die Mitschriften der zwei Protokollanten in einer Sitzung ohne Experten diskutiert, um Wahrnehmungsverzerrungen und Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Hinsichtlich der Art und des Umfangs von Interviews lassen sich verschiedene Vorgehensweisen unterscheiden. Diese Arbeit folgt der Einteilung nach (Nikolopoulos 1997:102ff.) in folgende drei Interviewklassen:

- Unstrukturierte Interviews
- Strukturierte Interviews
- Fokussierte Interviews

#### 3.4.1.1 Unstrukturierte Interviews

Unstrukturierte Interviews wurden hauptsächlich zu Beginn des Projekts und zum Teil noch vor der Wissenserhebung zur Problemspezifizierung eingesetzt. Sie ähneln einer normalen Unterhaltung, so dass der Experte in einer zwanglosen Atmosphäre eine

Einführung in das Fachgebiet geben kann. Das Knowledge Engineering Team konnte mit Hilfe der unstrukturierten Interviews in der Anfangsphase des Projekts einen guten Überblick über die Problemdomäne gewinnen (cf. *Kapitel 4.1.2*). Neben dem Erlangen eines ersten Einblicks in das Problemlösungsgebiet, waren die unstrukturierten Interviews am Anfang der Wissensakquisitionsphase auch eine hervorragende Gelegenheit, eine gute Arbeitsbeziehung zwischen Experten und Knowledge Engineers aufzubauen.

#### 3.4.1.2 Strukturierte Interviews

Im Gegensatz zu unstrukturierten Interviews dienen strukturierte Interviews einer „gezielten, systematischen Wissenserhebung“ (Schneider 1994:38).

Der Wesentliche Unterschied liegt also im Ablauf. Während das unstrukturierte Interview in einer freien Form durchgeführt wird, gibt es bei einem strukturierten Interview ein Art Programm, welches Punkt für Punkt abgearbeitet wird. Diese Form des Interviews wurde im EIKON-Projekt erst eingesetzt, nachdem die Problemdomäne und Subprobleme (cf. *Kapitel 4.1.3*) identifiziert worden waren, und eine Einarbeitung in die Fachterminologie soweit erfolgt war, dass eine tiefer gehende Betrachtung der deklarierten Problembereiche mit dem richtigen Vokabular und Grundverständnis möglich war. Im Verlauf der Wissensakquisition wurden folgende von (Karbach/Linster 1990:83) aufgestellte Regeln berücksichtigt:

- Die sorgfältige Planung eines Interviews ist unerlässlich.
- Bevor ein neues Interview durchgeführt wird, muss das vorherige Interview fertig bearbeitet werden.
- Dem Experten müssen sowohl das Ziel als auch der Ablauf des Interviews erklärt werden.
- Die Motivation des Experten muss beachtet werden.
- Die Dauer des Interviews sollte zwei Stunden nicht überschreiten.

Um strukturierte Interviews möglichst effizient zu gestalten wurde im EIKON-Projekt wie folgt vorgegangen:

Nach jedem durchgeführten Interview wurden die Ergebnisse direkt im Knowledge Engineering Team besprochen, analysiert und standardisiert in einem Wissensprotokoll (cf. Anhang B) festgehalten. In der Regel fand das nächste Interview in einem Abstand von fünf Tagen statt, so dass die Zwischenzeit zur Wissensanalyse und im späteren

Projektverlauf zur Wissensrepräsentation genutzt werden konnte. Des Weiteren wurde in dieser Zeit ein neuer Leitfaden für das kommende Interview erstellt. In ihn flossen neben bisher nicht ausreichend beantworteten auch neue Fragen ein, die sich im Verlauf der fünf Tage ergaben.

Abbildung 7 verdeutlicht diesen Ablauf.

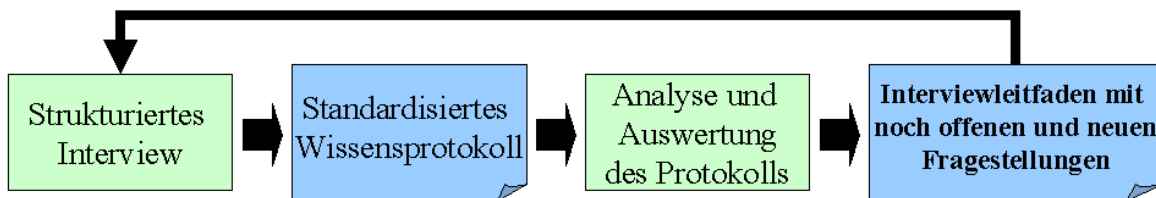


Abbildung 7: Vorgehensweise für strukturierte Interviews im EIKON-Projekt

Strukturierte Interviews dienten in der Wissenserhebungsphase vor allem dazu, ein möglichst umfassendes Wissen auf dem gesamten Gebiet der festgelegten Problemdomäne zu erlangen. Eine thematische Verzweigung während des Gesprächs ist bei dieser Art von Interview sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Ebene möglich.

#### 3.4.1.3 Fokussierte Interviews

Fokussierte Interviews wurden erst zu einem relativ späten Projektzeitpunkt eingesetzt, da sie dazu dienen einzelne Konzepte und Zusammenhänge des Anwendungsgebiets zu durchdringen. Im Gegensatz zu strukturierten Interviews sollen sie thematisch „tiefes Wissen“ (Gabriel 1992:212) hervorheben.

Im EIKON-Projekt wurden fokussierte Interviews erst herangezogen, nachdem durch unstrukturierte und strukturierte Interviews sowie Experten-Beobachtung das Anwendungsgebiet bezüglich des zu erhebenden Wissens weitgehend abgedeckt war.

Insbesondere für den extrem komplexen Problemkontext des Radioeinbaus waren fokussierte Interviews, wie es durch das in Anhang C zu findende Wissensprotokoll wiedergegeben wird, eine Hilfe um Wissen über Regeln und Hintergründe zu bekommen.

Generell wurde bei allen Interviewformen von Suggestivfragen abgesehen und auch keine Antwortmöglichkeit in der Fragestellung mitgegeben, um Wissen tatsächlich durch Erhebung und nicht durch Bestätigung zu erlangen. Dennoch hat es sich insbesondere bei den fokussierten Interviews bewährt, bestimmte Regeln (cf. Kapitel 4.3.3) nach dem Verständnis der Knowledge Engineers zu formulieren und sie vom Experten lediglich an bestimmten Stellen berichtigen zu lassen.

Auch während der Erhebung von Terminologie-Wissen war eine Effektivität der Interviews dadurch gewährleistet, dass bereits mögliche Definitionen von Fachtermini vorgegeben wurden, so dass nur noch die falsch verstandenen Begriffe vom Experten erläutert werden mussten (cf. Anhang C). Im Interview blieb auf diese Weise mehr Zeit für tiefer gehende Fragen.

### 3.4.2 Beobachtungstechniken

Die als Ergänzung zu Interviewtechniken eingesetzten Beobachtungstechniken dienten u.a. dazu, schwer zu verbalisierendes Implizites Wissen zu erheben. Im Gegensatz zum Interview, bei welchem der Knowledge Engineer die aktive Rolle übernimmt, ist bei der Beobachtung der Experte das aktive Element. Es werden im Folgenden die Protokollanalyse und die Introspektion am Beispiel des EIKON-Projekts vorgestellt.

#### 3.4.2.1 Protokollanalyse

Das protokollanalytische Verfahren wurde angewendet, um jenes Wissen, welches der Experte bisher nicht verbalisiert hatte, zu erheben. Dafür wird der Experte in der Regel mit einem konkreten Problem beauftragt und gebeten, bei der Lösung die so genannte Methode des „lauten Denkens“ (cf. Schneider 1994:40) anzuwenden, das heißt, seine Lösungsschritte zu kommentieren. Im EIKON-Projekt bekam das Knowledge Engineering Team die Möglichkeit an einer Fahrzeuguntersuchung teilzunehmen. Daran waren neben dem für Interviews zur Verfügung stehenden Fachexperten drei weitere Spezialisten anwesend, die eine komplette Untersuchung eines Fahrzeugs hinsichtlich Lautsprecher-, Radio- und Antennen-Einbauorte und einbaubarer Blaupunkt-Produkte bzw. notwendiger Einbausätze und Kabel durchführten.

Diese Methode diente hervorragend dazu, bereits erfasstes Terminologiewissen zu festigen, indem das Knowledge Engineering Team nicht nur Fachtermini in einem konkreten Kontext verwendet hörte, sondern zudem die verschiedenen Produkte sehen, näher untersuchen, zerlegen und sich somit besser einprägen konnte.

Des Weiteren wurden Abhängigkeiten der Produkte vom Fahrzeug direkt an einem Kfz veranschaulicht, indem etwa ein Lautsprecher-Einbauort komplett geöffnet wurde und der Experte auf diese Weise aufzeigen konnte, wann zum Beispiel ein bestimmter Einbausatz notwendig ist, um einen Blaupunkt-Lautsprecher passend zu machen.

Neben der Erhebung von Terminologie- und Konfigurationswissen diente die Beobachtung der Elizitierung von Wissen über Prozesse. Dadurch, dass die Kommunikation zwischen Mitarbeitern der Fahrzeuguntersuchung und der Produktentwicklung direkt mit verfolgt werden konnte, wurde der Kommunikationsfluss und die Beziehungen zwischen Blaupunkt-Abteilungen deutlicher.

#### 3.4.2.2 Introspektion

Die Introspektion ist im Fall des EIKON-Projekts als Ergänzung zur Protokollanalyse zu verstehen. Bei dieser Methode arbeitet der Experte nicht direkt an einer konkreten Aufgabe und kommentiert sie, sondern er gibt Einschätzungen über die Lösungsmöglichkeiten eines Problems an, ohne die Lösungsschritte konkret durchzuführen (cf. Schneider 1994:41).

Eine typische Fragestellung der Introspektion, die auch von den Knowledge Engineers bei der Fahrzeuguntersuchung verwendet wurde ist:

„Und wie würden Sie folgendes Problem lösen?“

Auf diese Art konnte nicht nur die Vorgehensweise bei dem untersuchten Fahrzeug beobachtet werden, sondern auch Problembereiche angeschnitten werden, die nur bei einigen speziellen Fahrzeugen auftreten. So ergab sich etwa folgender Ablauf:

**Experte** (*untersucht die rechte Hintertür eines Fahrzeugs*): „Hier haben wir die Hintertür des Kfz komplett geöffnet ohne Seitenverkleidung und können den Einbauort der Lautsprecher gut ausmessen. Die Maße trage ich hier in den Fahrzeuguntersuchungsbogen unter ‚Hintertüren‘ ein.“

**Moderator:** „Vermessen Sie auch die linke Hintertür?“

**Experte:** „Nein, bis auf einige Ausnahmen sind die Maße der linken und rechten Tür gleich. Es gibt jedoch Ausnahmen, wie zum Beispiel einige Mercedesmodelle, bei denen die zwei Vordertüren oder die zwei Hintertüren unterschiedlich ausgestattet sind.“

**Moderator:** „Und wo würden sie diese zusätzlichen Maße im Fahrzeuguntersuchungsbogen vermerken, für die kein Feld vorgesehen ist?“

**Experte:** „Unter ‚Sonstige Bemerkungen‘.“

Dieser Gesprächsablauf wurde als Grundlage für eine Diskussion mit dem Fachexperten darüber genutzt, ob im dem zu entwickelnden System zugrunde liegenden Datenmodell weitere Entitäten für neue Einbauorte wie *Vordertür\_Links* geschaffen werden müssen<sup>29</sup>.

### 3.4.3 Indirekte Techniken

Der Vollständigkeit halber sollen an dieser Stelle relativ kurz zwei weitere Methoden der Wissensakquisition vorgestellt werden, welche jedoch im EIKON-Projekt aus den an den entsprechenden Stellen genannten Gründen keine Verwendung fanden.

Die indirekten Techniken dienen ebenso wie die Beobachtungstechniken der Ergänzung von Ergebnissen aus Interviews und sollen ebenfalls die Erhebung schwer verbalisierten Wissens ermöglichen (cf. Karbach/Linster 1990:97).

#### 3.4.3.1 Konstruktgitterverfahren

Das Konstruktgitterverfahren<sup>30</sup> wurde von George Kelly im Rahmen der Psychologie der persönlichen Konstrukte entworfen (ebd.). Dabei wird der Mensch als Wissenschaftler betrachtet, der Entscheidungen aufgrund seiner Erwartungen an Ereignisse trifft, die er mit Hilfe seiner Konstrukte begreift.

Beim Konstruktgitterverfahren wird der Experte gebeten, Gemeinsamkeiten und Unterschiede verschiedener vorgegebener Situationen in Form von Attributen zu nennen. Der Vorgang wird dabei soweit vereinfacht, dass der Experte aus einer Liste vorgefertigter Attribute nur noch jene auswählen muss, in denen sich zwei genannte Konzepte voneinander unterscheiden bzw. übereinstimmen.

Bei diesem Verfahren ist die Neutralität der Fragestellung extrem wichtig und bildet einen Hauptvorteil. Angewendet wurde die Methode im EIKON-Projekt nicht, da die Vorgehensweise für den Experten extrem unüblich ist, und er sich deshalb damit nicht identifizieren könnte.

#### 3.4.3.2 Strukturlegetechniken

Strukturlegetechniken sollen dazu dienen, die bei der ersten Sichtung von Dokumenten und Benutzerhandbüchern bzw. unstrukturierten Interviews erhobene Fachterminologie zu

---

<sup>29</sup> Bis dahin waren die Türeinbauorte für Lautsprecher lediglich in Vordertür und Hintertür unterteilt. Eine speziellere Einteilung etwa in *Vordertür\_Links* und *Vordertür\_Rechts* wurde jedoch letztlich nicht für nötig gehalten, da es sich bei den Abweichungen um sehr seltene Ausnahmefälle handelt, die in Speicherfeldern wie „Sonstige Bemerkungen“ vermerkt werden können.

<sup>30</sup> Repertory Grid [engl.]: Wortschatz- / bzw. Repertoire-Netz.

strukturieren. Dafür werden für alle Begriffe Karten angefertigt, welche vom Experten in Gruppen so zusammengestellt werden, dass die Gruppen möglichst klein sind. Anschließend wird der Experte aufgefordert die Gruppen zu benennen und sie wieder zu größeren - ebenfalls zu benennenden - Gruppen zusammenzufassen, bis keine Gruppenbildung mehr möglich ist (ebd).

Obwohl sehr verbreitet, wurde diese Technik im EIKON-Projekt nicht verwendet, da sich relativ schnell herausstellte, dass insbesondere die Fachbegriffe aus sehr unterschiedlichen Bereichen stammen und die Abhängigkeiten durch Interviews besser zu erheben waren. Eine Strukturierung in Gruppen hätte für das zu erhebende Wissen wenig Vorteile gebracht und wäre bezüglich des Clustering zu Obergruppen nur selten möglich gewesen. Hierfür spricht auch die Tatsache, dass in dem in dieser Arbeit später vorgestellten Datenmodell zur Wissensrepräsentation (cf. *Kapitel 4.4.1*) wenige IS-A-Beziehungen enthalten sind.

Prinzipiell lässt sich über die Verwendung von indirekten Methoden der Wissensakquisition sagen, dass sie sich gut eignen, um Implizites Wissen zu externalisieren. Da es sich bei dem im EIKON-Projekt zu erhebenden Wissen selten um diese Form von Wissen handelte, und der Fachexperte sehr gute Fähigkeiten der Problem- und Lösungsbeschreibung hatte (cf. *Kapitel 4.2.1*), war eine Anwendung dieser auf den Experten vermutlich fremd wirkenden Verfahren nicht nötig.



# 4 Ablauf der Wissensakquisition bei der Blaupunkt GmbH

## 4.1 Problemstellung

Das in dieser Arbeit verwendete Ablaufmodell (Abbildung 2) basiert auf dem Ansatz des Rapid Prototyping. Unrealistisch an der Betrachtung ist jedoch wie in *Kapitel 2.2* angedeutet, der direkte Einstieg mit der Wissenserhebung. Dieser Stufe geht in den meisten Projekten wie auch im EIKON-Projekt eine Phase voraus, in welcher Partizipanten, Problemdomänen und erste Problemklassen identifiziert werden. Sie soll Thema dieses Kapitels sein und lässt sich für das Projekt in drei Schritte einteilen:

1. Partizipantenidentifizierung
2. Problemidentifizierung<sup>31</sup>
3. Problemspezifizierung

Diese zur ersten Phase des Wissensakquisitionsprozesses im EIKON-Projekt gehörenden Schritte sowie die in den jeweiligen Phasen angewendeten Methoden werden in Abbildung 8 dargestellt und sollen in den folgenden Unterkapiteln ausführlich besprochen werden:

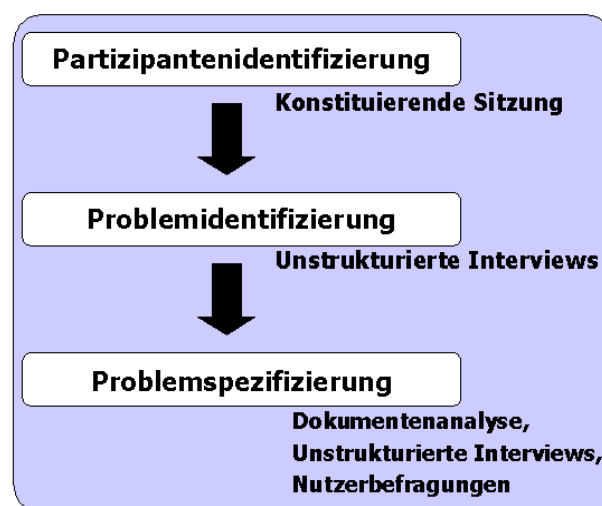


Abbildung 8: Problemstellungsphase: Ablauf und verwendete Methoden

<sup>31</sup> Unter Identifizierung soll hier nicht der Moment der Bedarfsfeststellung für ein WBS durch das Management, sondern die grobe Umreißung des Problems, für welches das WBS Lösungswissen enthält, gemeint sein.

#### 4.1.1 Partizipantenidentifizierung

Initiiert wurde das Projekt durch das Blaupunkt Management, welches den Bedarf für ein Konfigurationssystem im Inter-, Intra- und Extranet feststellte. Nachdem der Kontakt zwischen Universität und Unternehmen hergestellt wurde, konnten folgende Partizipanten des Projekts aus Knowledge Engineering Perspektive festgelegt werden:

**Das Knowledge Engineering Team:** Das Team setzte sich aus drei Studenten der Universität Hildesheim des Studiengangs Internationales Informationsmanagement zusammen. Jedes Teammitglied erfüllt Anforderungen an einen Knowledge Engineer durch kommunikative Kompetenzen und die Einbringung von Wissen aus den Bereichen Daten-, Informations- und Wissensmanagement sowie Datenmodellierung und Informationstechnologie.

**Fachexperte:** Als Fachexperte auf Unternehmensseite stand ein Produktmanager der Blaupunkt GmbH einmal pro Woche mindestens zwei Stunden für Interviews zur Verfügung. Er bringt das notwendige Fachwissen sowohl bezüglich der zu konfigurierenden Produkte als auch bezüglich der unternehmensinternen Prozesse mit. Die Zusatzkompetenzen des Experten in Datenbankprogrammierung brachten erhebliche Vorteile für die Kommunikation zwischen ihm und dem Knowledge Engineering Team. Auf weitere Kompetenzen und für den Wissensakquisitionsprozess vorteilhafte Eigenschaften des Experten wird in *Kapitel 4.2.1* ausführlicher eingegangen.

**Externe Experten:** Insbesondere zur Klärung von Fragen über spezielle Techniken bezüglich der Anbindung externer Datenbanken wurden schriftliche und mündliche fokussierte Interviews mit externen Experten durchgeführt, durch die auch Terminologiewissen erhoben werden konnte.

**Endbenutzer:** Der jeweilige Endbenutzer ist letztlich diejenige Person, für die das WBS entwickelt wird. Gerade deshalb wurden die sich im EIKON-Projekt in drei Gruppen (Endkunden, Händler und interne Mitarbeiter) einteilbaren Endbenutzer frühzeitig in den Entwicklungsprozess integriert<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> Befragungen der Endbenutzer werden in (Quint 2003) behandelt.

### 4.1.2 Problemidentifizierung

Die Problemstellung eines WBS muss abgrenzbar sein, da WBS zur Zeit nur für genau abgegrenzte Bereiche effiziente Lösungen liefern können. So genanntes „Weltwissen“<sup>33</sup> lässt sich zur Zeit noch nicht in ausreichender Form abbilden (cf. Gabriel 1992:203).

Nachdem eine erste Sitzung zur Klärung organisatorischer Fragen und zur Projektkonstitution verwendet wurde, dienten die darauf folgenden unstrukturierten Interviews bereits der Problemidentifizierung. Sie soll an dieser Stelle nicht im Sinne einer kompletten Anforderungs- und Aufgabenanalyse, sondern hinsichtlich der Abgrenzung für ein WBS beschrieben werden. Es gab im Rahmen des EIKON-Projekts, wie u.a. von (Gabriel 1992:169f.) beschrieben, eine konkrete Festlegung des zu betrachtenden Problembereichs, welcher im Rahmen der ersten beiden unstrukturierten Experteninterviews definiert wurde. Die Interviews dienten im Wesentlichen der Erschließung folgender drei Fragen:

1. Welche Problemklassen soll das zu entwickelnde WBS lösen?
2. Wie können diese Probleme charakterisiert oder definiert werden?
3. Welche mit dem System zu lösenden Teilprobleme lassen sich von vornherein erkennen?

Als Ergebnis dieser Interviews kann folgende allgemeine Beschreibung der Problemdomäne formuliert werden:

**Problemdomäne „Konfiguration Car Multimedia Zubehör“:**

„Ein Blaupunkt-Kunde, -Händler oder -Mitarbeiter möchte wissen, welches Blaupunkt-Produkt in ein Kraftfahrzeug eines bestimmten Fahrzeugtyps passt, welches weitere Zubehör er dafür benötigt und was es dabei zu beachten gibt.“

Es leuchtet ein, dass sich die Problemdomäne in weitere Subklassen zerlegen lässt. Diese Verfeinerung war Aufgabe der Problemspezifizierung und ist Thema des nächsten Unterkapitels.

### 4.1.3 Problemspezifizierung

Während im Rahmen einer Aufgaben- und Nutzeranalyse das Problem bzw. die Aufgaben des Systems hinsichtlich unterschiedlicher Nutzergruppen klassifiziert wurden, wurde im

---

<sup>33</sup> Weltwissen wird in der Fachliteratur auch als “common sense knowledge“ bezeichnet.

Rahmen des Knowledge Engineering die Problemdomäne nutzerunabhängig in Subprobleme geclustert. Diese Zerlegung in Teilprobleme erleichtert die Entwicklung eines WBS erheblich, da sich alle folgenden Schritte wie Wissensanalyse und Wissensrepräsentation ebenfalls in entsprechende kleinere Teilbereiche aufteilen lassen (cf. Gabriel 1992:170).

Die im vorhergehenden Kapitel festgelegte Problemdomäne wirft unmittelbar zwei Fragestellungen zu den thematischen Bereichen „Produkt“ und „Fahrzeug“ auf, welche eine Einteilung in Subprobleme erleichtern:

1. *Produkt*: Welche Produktklassen gibt es im Blaupunkt-Zubehörprogramm?
2. *Fahrzeug*: Welche Eigenschaften eines Kfzs sind für die Konfiguration von Bedeutung?

Hinsichtlich der ersten Frage der Produktklassifizierung wurde neben einem Interview zu diesem Thema die Analyse des Einbauempfehlungskatalogs herangezogen.

Ergebnis dieser Analyse sowie der Rücksprache mit dem Fachexperten bezüglich einer Begrenzung des Problembereichs war folgende Einteilung:

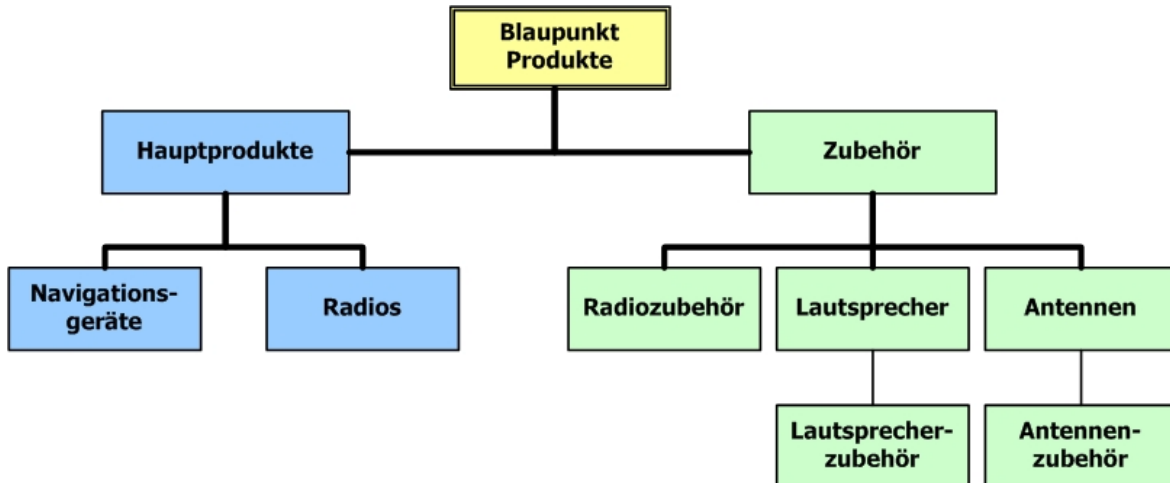


Abbildung 9: Blaupunkt-Produktportfolio

Während die in der Abbildung blau markierten Hauptprodukte nicht zu dem zu betrachtenden Problembereich gehören, sind es alle unter Zubehör aufgeführten grün gekennzeichneten Produktklassen, welche für die Entwicklung des Konfigurationssystem eine Rolle spielen<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> In einer späteren Projektphase sollen weitere Produktgruppen und auch das Hauptprodukt Radio in das Konfigurationssystem einbezogen werden.

Für die Einteilung der zweiten Fragestellung nach Eigenschaften eines Kfzs wurden die Analyse des Einbauempfehlungskatalogs, die Expertenbeobachtung bei einer Fahrzeuguntersuchung und unstrukturierte Interviews als Methoden herangezogen:

Diese Befragungen, Beobachtungen und Analysen ergaben folgende für die Abgrenzung der Problemdomänen wichtige Aspekte:

1. Ein Fahrzeug hat verschiedene Lautsprecher-Einbauorte.
2. Ein Fahrzeug hat verschiedene Antennen-Einbauorte.
3. Ein Fahrzeug hat genau einen Radio-Einbauort.
4. Jeder Einbauort dieser drei Bereiche hat bestimmte Maße und weitere Attribute.

Es können deshalb folgende Subprobleme (SP) als Ergebnis der Problemspezifizierung formuliert werden<sup>35</sup>:

**SP1: Konfiguration Lautsprecher:**

Ein Blaupunkt-Kunde, -Händler oder -Mitarbeiter möchte wissen welche Einbauorte für Lautsprecher es in einem bestimmten Fahrzeug gibt, welche Lautsprecher der Blaupunkt-Produktpalette passen und welches Einbauszubehör benötigt wird.

**SP2: Konfiguration Antennen:**

Ein Blaupunkt-Kunde, -Händler oder -Mitarbeiter möchte wissen welche Einbauorte für Antennen es in einem bestimmten Fahrzeug gibt, welche Antennen der Blaupunkt-Produktpalette passen und welches Einbauszubehör benötigt wird.

**SP3: Konfiguration Radiozubehör:**

Ein Blaupunkt-Kunde, -Händler oder -Mitarbeiter möchte wissen welches Zubehör für den Radioeinbau in ein Fahrzeug und evtl. den Anschluss weiterer Produkte wie Lenkradfernbedienung notwendig ist.

Abbildung 10 gibt das Ergebnis der Problemspezifizierung wieder.

---

<sup>35</sup> Diese Zerlegung des Problemereichs spielte auch im Rahmen der Implementierung der Benutzeroberfläche eine Rolle, da sich die dort zugrunde liegende Navigationsstruktur schon in dieser Basiseinteilung andeutet.

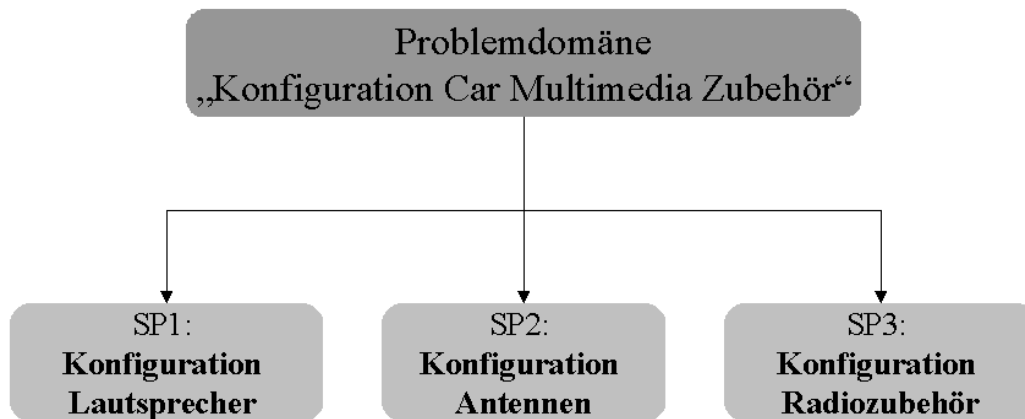


Abbildung 10: Spezifizierung der Problemdomäne

Die in diesem Kapitel beschriebene Phase der Partizipanten- und Problemidentifizierung sowie der Problemspezifizierung lässt sich als eigenständiger Bereich ansehen, welcher den Anfang der Wissensakquisition darstellte.

In den folgenden Kapiteln 4.2 und 4.3 werden Prozesse beschrieben, welche großen Einfluss aufeinander hatten, und die zu großen Teilen parallel verliefen und mehrmals durchlaufen wurden. Dennoch ist eine getrennte Darstellung unter den Überschriften Wissenserhebung und Wissensanalyse der Übersichtlichkeit halber sinnvoll. Es soll aber im Verlauf der Beschreibung auf Verzahnungen zwischen den als Einzelphasen dargestellten Prozessen hingewiesen werden.

## 4.2 Wissenserhebung

Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Konfigurationssystems ist „das Wissen über die Einzelteile [...] sowie deren Abhängigkeiten untereinander.“ (Blum 2000:21). Wie sich jedoch im Laufe des EIKON-Projekts herausstellte, beschränkte sich das zur Implementierung notwendige Wissen nicht auf das Wissen über die Produkte und ihre Abhängigkeit. Vielmehr waren weitere Wissensformen aus unterschiedlichsten Quellen zu berücksichtigen.

Es soll in diesem Kapitel ausführlich auf den Prozess der Wissenserhebung sowie auf Wissensformen und -quellen eingegangen werden.

### 4.2.1 Bewertung der Wissensquellen

In diesem Kapitel sollen alle im Projekt genutzten Wissensquellen genannt und hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit betrachtet werden.

Folgendes sind die Wissensquellen im EIKON-Projekt:

1. Wissensprotokolle aus Experteninterviews
2. Wissensprotokolle aus Expertenbeobachtung
3. Fahrzeuguntersuchungsbögen
4. Einbauempfehlungskatalog
5. Blaupunkt-Website: Online-Lexikon

Es soll im Folgenden auf ihren Nutzen bzw. auf Probleme im Umgang mit den Quellen eingegangen werden.

#### 4.2.1.1 Wissensprotokolle aus Experteninterviews

Die Wissensprotokolle aus Experteninterviews dienen als Quelle für alle im Projekt auftretenden Wissensformen. Sie sind die wichtigsten, und wie gezeigt werden soll, unproblematischsten Wissensquellen, da sie direkt auf der Basis der Gespräche mit dem Fachexperten erstellt wurden. Obwohl sowohl die Zusammenarbeit mit Experten als auch die eigentliche Erhebung des Expertenwissen mittels Interviews Risiken mit sich bringen, kann man im Falle des EIKON-Projekts von einer erfolgreichen Zusammenarbeit zwischen Experte und Knowledge Engineering Team sprechen, so dass die Wissensprotokolle als glaubwürdige Quelle herangezogen werden konnten.

(Schneider/Voss 2000) haben Anforderungen an einen Experten festgelegt, welche im Einzelnen in der ersten Spalte der folgenden Tabelle zusammengestellt sind. Aus der zweiten Spalte der Tabelle geht hervor, inwieweit die Anforderungen im EIKON-Projekt erfüllt wurden.

<b>Anforderungen an einen Experten nach (Schneider/Voss 2000)</b>	<b>Situation im EIKON-Projekt</b>
Es gibt einen Experten für die Mitarbeit im Projekt.	Ein Produktmanager nimmt als Experte am Projekt teil. Außerdem stehen Mitarbeiter aus anderen Abteilungen und externe Experten für Auskünfte zur Verfügung.
Der Experte ist glaubwürdig (damit auch das System glaubwürdig ist).	Der Experte ist u.a. durch seine langjährige Erfahrung und durch sein Eigeninteresse an der Entwicklung des Systems glaubwürdig.
Der Experte verfügt über umfangreiche Erfahrung.	Der Experte ist seit 27 Jahren für die Blaupunkt GmbH in verschiedenen Abteilungen tätig.
Der Experte bringt Zeit mit ein.	Der Experte bringt jede Woche an einem „jour fix“ zwei Stunden für Interviews ein und beantwortet dringende Fragen per E-Mail.
Der Experte vermittelt sein Expertenwissen gut.	Zur Veranschaulichung von Zusammenhängen verwendet der Experte Hilfsmittel, wie beispielsweise Zeichnungen.
Mit dem Experten kann gut zusammengearbeitet werden.	Eine freundliche Arbeitsatmosphäre ermöglicht eine reibungslose Zusammenarbeit.

*Tabelle 1: Anforderungen an den Experten und Erfüllung im Projekt*

*Quelle: (Schneider/Voss 2000)*

Der Hauptgrund für den positiven Verlauf des Wissensakquisitionsprozesses und die Glaubwürdigkeit der Protokolle als Quellen ist in der Erfüllung aller von (Schneider/Voss 2000) festgelegten Anforderungen an einen Experten zu sehen.

#### 4.2.1.2 Wissensprotokolle aus Expertenbeobachtung

Da auch reale Prozesse zu möglichen Wissensquellen zählen (cf. Kunde 1992:7), kann auch die Expertenbeobachtung bei einer konkreten Fahrzeuguntersuchung bzw. das daraus entstandenen Wissensprotokoll als Quelle im EIKON-Projekt betrachtet werden.

Diese Wissensquelle ist problematischer als etwa die Protokolle der Interviews. Eine Schwierigkeit stellte die Tatsache dar, dass bei der beobachteten Fahrzeuguntersuchung drei Experten anwesend waren, die an unterschiedlichen Orten am Fahrzeug arbeiteten, so dass es zeitweise schwierig war, allen Experten die notwendige Aufmerksamkeit entgegenzubringen.

Eine weitere Problematik liegt in der Tatsache, dass die drei Experten zu einer bisher wenig am Erhebungsprozess involvierten Fachabteilung - der Fahrzeuguntersuchung -



gehörten. Dadurch, dass Projekthinhalte und Informationen über erste vom System zu erfüllende Aufgaben nur unzureichend an die Mitarbeiter der Fahrzeuguntersuchung weitergegeben worden waren, kehrte sich zu Beginn der Expertenbeobachtung die Rollenverteilung zwischen Beobachteten/Befragten und Erhebenden um: Das Knowledge Engineering Team diente zur Beantwortung von Fragen zum System und die Experten stellten zum einen Fragen zum Projekt und formulierten zum anderen unterschiedlichste noch zu berücksichtigende neue System-Anforderungen.

Diese Problematik hätte umgangen werden können, indem den Mitarbeitern der Fahrzeuguntersuchung vorab eine konkrete Projektbeschreibung mit Zielen der ersten EIKON-Projektphase bereitgestellt worden wäre.

Ein weiteres Problem stellte der zur Zeit der Experten-Beobachtung noch nicht ausgereifte Prototyp dar. Dieser hätte beispielsweise den Mitarbeitern verdeutlichen können, dass der Schwerpunkt des EIKON-Projekts zunächst in der Erstellung einer Endkundenoberfläche liegt und die von ihnen gestellten Anforderungen erst zu einem späteren Zeitpunkt eine wichtigere Rolle spielen würden.

Dennoch kann die Beobachtung und die daraus entstandenen Wissensprotokolle als zuverlässige Wissensquelle gewertet werden, da durch die direkte Beteiligung an einer Fahrzeuguntersuchung wertvolles Terminologiewissen erworben, und Fragen zu Konfigurationswissen nicht nur beantwortet, sondern auch am konkreten Fahrzeug verdeutlicht werden konnten (cf. *Kapitel 3.4.2*).

#### 4.2.1.3 Fahrzeuguntersuchungsbogen

Als einzige Wissensquelle für das im System zu repräsentierende Konfigurationswissen stellten die Fahrzeuguntersuchungsbögen (cf. Anhang D) hauptsächlich aufgrund fehlender Standardisierung ein großes Problem bei der Wissenserhebung dar. Die auf einer Microsoft Word Vorlage basierenden Dokumente, welche nach einer Fahrzeuguntersuchung ausgefüllt werden, wurden bereits mehrere Jahre eingesetzt und unterlagen regelmäßigen Änderungen, was erhebliche Inkonsistenzen zur Folge hatte. Als Beispiel für solche Inkonsistenzen, die erst durch den Vergleich mehrere Fahrzeuguntersuchungsbögen erkennbar wurden, soll der Bereich Elektronik des Fahrzeuguntersuchungsbogens zweier Fahrzeuge herangezogen werden. Für die Elektronik von Fahrzeug 1 wurden u.a. folgende Angaben gemacht:

• Adapterkabel	<input type="checkbox"/> kein	<input checked="" type="checkbox"/> BP-Nr.7 607 621 129
• Absicherung Radio	<input type="checkbox"/> keine Angabe	<input checked="" type="checkbox"/> 25 A
• Anschluss-Stecker		

Abbildung 11: Fahrzeuguntersuchungsdaten Elektronik für Fahrzeug 1 (Ausschnitt)

Quelle: Fahrzeuguntersuchungsbogen (Blaupunkt GmbH)

Bei der Untersuchung von Fahrzeug 2 ein Jahr später wurden hingegen wesentlich mehr Angaben über die Elektronik des Fahrzeugs gemacht:

• Adapterkabel	<input type="checkbox"/> kein	<input checked="" type="checkbox"/> BP-Nr.7 607 621 126
mit dem		
• Lenkradfernbedienungsinterface	<input checked="" type="checkbox"/>	BP-Nr.7 607 569 510
oder	<input checked="" type="checkbox"/>	BP-Nr.7 607 586 510/1 und
• Adapterkabel	<input checked="" type="checkbox"/>	BP-Nr.7 607 621 164
• Absicherung Radio	<input type="checkbox"/> keine Angabe	<input checked="" type="checkbox"/> 10 A Dauerplus
		<input checked="" type="checkbox"/> 10 A Zubehör
		<input checked="" type="checkbox"/> 5 A Navi
• Anschluss-Stecker		

Abbildung 12: Fahrzeuguntersuchungsdaten Elektronik für Fahrzeug 2 (Ausschnitt)

Quelle: Fahrzeuguntersuchungsbogen (Blaupunkt)

Wie die Abbildungen deutlich machen, wurde bei der Untersuchung von Fahrzeug 1 lediglich ein Kabel erfasst. Bei der Untersuchung von Fahrzeug 2 hingegen wurden insgesamt fünf Kabel mit entsprechender Blaupunkt-Produktnummer festgehalten. Auch die Anzahl der Angaben für die vorgefundene Radio-Absicherung unterscheiden sich: Während bei Fahrzeug 1 lediglich eine Ampère-Zahl (25 A) angegeben wird, werden bei Fahrzeug 2 insgesamt drei Angaben gemacht und näher spezifiziert.

Hinzu kommt wie ebenfalls aus den Abbildungen ersichtlich eine zum Teil nur für interne Mitarbeiter verständliche Verwendung von Abkürzungen („Navi“ für „Navigation“ etc.) und Kurzschreibweisen. Beispielsweise ist nicht sofort ersichtlich, dass es sich bei der Artikelnummer-Angabe für ein Lenkradfernbedienungsinterfaces mit der Schreibweise

BP-Nr: 7 607 586 510/1

bereits um zwei Artikelnummern für Interfaces handelt, nämlich um

BP-Nr. 7 607 586 510 und BP-Nr. 7 607 586 511.

Schreibweisen wie diese, durch die der Techniker bei der Daten-Eingabe Zeit spart, erschweren das Verständnis der im Fahrzeuguntersuchungsbogen erfassten Daten erheblich.

Es ist in diesem Abschnitt deutlich geworden, dass der Umgang mit den Fahrzeuguntersuchungsbögen aus mehreren Gründen große Probleme bei der Wissenserhebung darstellte. Die oben am Beispiel erläuterten Problembereiche sowie weitere Diskrepanzen sollen an dieser Stelle zusammenfassend aufgelistet werden:

- Auf den Bögen werden zum Teil unverständliche Abkürzungen verwendet.
- Der Fahrzeuguntersucher nutzt zur Zeitersparnis zum Teil Kurzschreibweisen, deren Bedeutung nicht ohne weiteres ersichtlich ist.
- Der Untersuchungsbogen ist nicht standardisiert. Im Laufe der Jahre hinzugekommene Kategorien oder Datenfelder werden bei älteren Bögen nicht mehr nachgepflegt.
- Häufig werden die gleichen Bezeichnungen für unterschiedliche Kabel verwendet. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung des Begriffs „Adapterkabel“ sowohl für ein „Adapterkabel für Strom/Masse“ (cf. Abbildung 12: BP-Nr. 7 607 621 126) als auch für ein „Interfaceadapterkabel“ (cf. Abbildung 12: BP-Nr. 7 607 621 164).
- Erweiterungen des Bogens um einen zweiseitigen Einbauempfehlungsteil für Antennen (cf. Anhang E) wurden von einer anderen Abteilung erstellt als der erste Teil. Bereits vorhandene Angaben zu Antennen im alten Teil des Bogens führen zu nicht sofort ersichtlichen Redundanzen.
- Eine eindeutige Trennung zwischen am Fahrzeug festgestellter Serien-Ausstattung und Einbauempfehlungen von Blaupunkt-Produkten wurde außer im Fall der Lautsprecher nicht eingehalten. Teilweise werden Angaben über vorhandene Kabel (Kfz-Erstausrüstung) nicht deutlich genug von Angaben über empfohlene Kabel (Blaupunkt-Produkte) getrennt.
- Es existieren nicht immer Legenden zu verwendeten Symbolen. Beispielsweise konnte erst bei der Expertenbeobachtung festgestellt werden, dass ein kleines Quadrat vor dem Lochkreismaß eines Lautsprechers<sup>36</sup> auf eine quadratische Form des Lautsprecher-Einbauortes hinwies.




---

<sup>36</sup> Zum Beispiel: □112,0 mm.

Die aufgeführten Probleme zeigen, dass der Umgang mit dem Fahrzeuguntersuchungsbogen als einer der wichtigsten Wissensquellen für das Knowledge Engineering Team als externe Mitarbeiter extrem schwierig und nur durch begleitende strukturierte und fokussierte Interviews zu einzelnen Bereichen des Bogens möglich war.

#### 4.2.1.4 Einbauempfehlungskatalog

Auch der Einbauempfehlungskatalog als weitere wichtige Quelle für Konfigurationswissen stellte eine zum Teil problematische Wissensquelle dar, da das in ihm wiedergegebene Wissen in Tabellenform kaum zu verstehen war. Die beschränkten Möglichkeiten der Informationsvisualisierung in Tabellenform auf zwei DIN-A4-Seiten eines Katalogs waren somit nicht nur Auslöser für die Projektinitiierung (cf. Projektdokumentation Anhang A) sondern auch ein Problem bei der Wissenserhebung, wie folgendes Beispiel zeigt:

AG-Einbau / Car radio installation / Montage pour autoradio			
	Einbausatz/Installation kit Jeu de montage 	Anschluß/Connection /Raccordement <b>ISO</b> 	AK für Interface Lenkradfernbedienung/Connection cable for steering wheel remote control interface/Câble de connexion pour interface télécommande de volant
Audi A4 11/00->		760762116 77) 7607621122 174) 99) oder 7607 621129 280) 99)	

*Tabelle 2: Informationsvisualisierung im Einbauempfehlungskatalog:*

*Einbauempfehlung für Radioanschluss-Kabel*

*Quelle: selbst erstellt nach Einbauempfehlungskatalog, Blaupunkt GmbH*

Der in Tabelle 2 dargestellte Zusammenhang zeigt eine von zahlreichen Schwierigkeiten beim Umgang mit dem Einbauempfehlungskatalog. Das Knowledge Engineering Team sah sich dabei den gleichen Schwierigkeiten gegenübergestellt wie ein Endkunde als Nutzer des Katalogs:

Unter AG-Einbau<sup>37</sup> findet man in der Spalte Anschluss im Beispiel drei Kabel<sup>38</sup>, die von der Blaupunkt GmbH für den Radioanschluss empfohlen werden, sowie verschiedene Einbauhinweis-Nummern<sup>39</sup>, die durch eine Legende (cf. Anhang F) am Ende des Katalogs erläutert werden. Dadurch, dass die Informationsausgabe im Katalog auf sechs Zeilen pro Tabellenfeld beschränkt ist, stehen einige Hinweisnummern hinter und einige unter der zugehörigen Artikelnummer (cf. Tabelle 2). Im Beispiel ist nicht erkennbar, ob sich der Einbauhinweis 99) nur auf das unmittelbar vorangehende Kabel oder auf beide darüber stehenden Kabelempfehlungen bezieht. Die zum Teil in den Einbauhinweisen angegebenen Einschränkungen für die Gültigkeit der Empfehlung sowie zusätzliche Kabelempfehlungen für spezielle Vorrichtungen machen die Darstellung noch unverständlicher.

Letztlich stecken in der Darstellung Gültigkeitsregeln, da die Hinweisnummern oftmals Einschränkungen oder Bedingungen beinhalten<sup>40</sup>.

Dies veranlasste das Knowledge Engineering Team dazu, ein fokussiertes Interview zum Bereich Radio-Einbau und Anschlusskabel (cf. Anhang C) des Einbauempfehlungskatalogs durchzuführen. Dabei wurde für zehn<sup>41</sup> Fahrzeuge eine Tabelle mit der Darstellung der Kabel-Artikelnummern in einer Spalte und der vom Knowledge Engineering Team vermuteten Regel in einer zweiten Spalte angelegt. Der Experte wurde daraufhin aufgefordert die Regeln zu bestätigen oder in einer dritten Spalte die richtige Regel zu formulieren.

Überraschenderweise war - obwohl die Überprüfung zu einem fortgeschrittenen Projektzeitpunkt durchgeführt wurde, und das Knowledge Engineering Team bereits gute Kenntnisse der Zusammenhänge hatte - in keinem der zehn Fälle die Regel vom Team richtig formuliert worden.

Für das Beispiel der Einbauempfehlungen für eines der zehn relevanten Fahrzeuge sah die Tabellenspalte beispielsweise wie folgt aus:

---

<sup>37</sup> AG = Autoradiogerät.

<sup>38</sup> Artikelnummer 7607621116: Adapterkabel für Strom/Masse VW/Audi,  
Artikelnummer 7607621122: Adapterkabel für Audi A3-8 mit Aktivlautsprechern,  
Artikelnummer 7607621129: Adapterkabel für VW/Audi mit aktiver Antenne.

<sup>39</sup> Hinweis 77: „Zum Lautsprecheranschluss, bei Vorrüstung, ggf. Verlängerung verwenden (15cm) 7606647093.“

Hinweis 174: „Adapterkabel für Fahrzeuge mit Aktivlautsprechervorrüstung.“

Hinweis 99: „Für Autoradios ab 80 Watt Ausgangsleistung zusätzlich Kabel 7607884093.“

Hinweis 280: „Aktive Antenne“.

<sup>40</sup> Zum Beispiel steckt in dem Einbauhinweis 174 („Adapterkabel für Fahrzeug mit Aktivlautsprecher-vorrüstung“) die Prämisse „Wenn das Fahrzeug eine Aktivlautsprechervorrüstung hat...“.

<sup>41</sup> Für den Prototypen waren vom Experten zu Beginn des Projekts zehn repräsentative Fahrzeuge ausgewählt worden.

Angaben im Katalog	Vom Knowledge Engineering Team vermutete Regel	Vom Experten formulierte richtige Regel
7607621116 77)	Wenn keine Aktivlautsprecher-Vorrüstung: Nutze 116er Adapterkabel und beachte Hinweis 77).	Nutze 116er Adapterkabel und ggf. Batterie-Anschlusskabel (= Hinweis 99) und beachte Hinweis 77)
7607621122 174)	Wenn Aktivlautsprecher-Vorrüstung (= Hinweis 174): Nutze 122er und ggf. Batterie-Anschlusskabel (= Hinweis 99)	Wenn aktive Antenne (= Hinweis 280): Nutze 129er Adapterkabel und ggf. Batterie-Anschlusskabel (= Hinweis 99)
oder		
7607621129 280)	<b>oder</b> Wenn aktive Antenne vorhanden (= Hinweis 280): Nutze 129er und ggf. Batterie-Anschlusskabel (= Hinweis 99).	<b>ggf.</b> Wenn Aktivlautsprecher-Vorrüstung (= Hinweis 174): Nutze <u>zusätzlich</u> 122er Adapterkabel und ggf. Batterie-Anschlusskabel (= Hinweis 99)
99)		

Tabelle 3: Regelüberprüfung anhand des Einbauempfehlungskatalogs

Wurde vom Knowledge Engineering Team die Verwendung der Kabel zunächst von der Aktivlautsprecher-Vorrüstung und erst dann von einer aktiven Antenne abhängig gemacht, zeigt die Verbesserung durch den Experten, dass zunächst der Zustand der Antenne (aktiv/passiv) ausschlaggebend ist und erst in einem zweiten Schritt das Vorhandensein einer Aktivlautsprecher-Vorrüstung überprüft werden muss.

Des Weiteren wurde die Verwendung des Batterie-Anschlusskabels unter Hinweis 99) lediglich auf das unmittelbar vorhergehende Adapterkabel mit der Endung 122 bezogen. Wie die vom Experten angegebene korrekte Lesweise zeigt, ist der Hinweis jedoch bei allen Adapterkabeln zu beachten, die vor dem Hinweis 99) stehen.

Zusammengefasst stellte der Einbauempfehlungskatalog aus folgenden Gründen eine Schwierigkeit bei der Wissenserhebung dar:

- Eine schlechte Informationsvisualisierung im Bereich der Anschlusskabelempfehlung durch die Platzbeschränkung auf sechs Zeilen pro

Tabellenspalte sowie die Vermischung von Empfehlungen und einschränkenden Einbauhinweisen verwirren bei der Wissenserhebung.

- Bei der Darstellung einbaubarer Antennen wird ein anderes System verwendet als bei einbaubaren Lautsprechern: Antennen werden nach der Antennenart, Lautsprecher aber nach dem Einbauort sortiert (cf. Anhang G).
- Die Index-Zahlen der Einbauhinweise stehen zu nah bei der Artikelnummer des empfohlenen Produkts und werden deshalb nicht sehr gut wahrgenommen.
- Unter einigen Einbauhinweisen in der Legende am Ende des Katalogs finden sich zusätzliche für den Einbau notwendige Blaupunkt-Produkte.
- Die Verwendung von Fachterminologie und Blaupunkt-spezifischen Abkürzungen erschweren das Verständnis der Einbauempfehlungen.
- Tatsächliche Einbauempfehlungen und zusätzliche Informationen wie Universalmaße<sup>42</sup> von Lautsprecher-Einbauorten werden im gleichen Dokument präsentiert.
- Die gleichzeitige Verwendung von drei Sprachen (deutsch, englisch und französisch) machen die Informationsdarstellung unübersichtlich.
- Einbauhinweise sind selten in ganzen Sätzen formuliert und enthalten ebenfalls Fachterminologien und Blaupunkt-spezifische Abkürzungen.

Aus den aufgeführten Gründen waren auch im Umgang mit dem Empfehlungskatalog als Wissensquelle zahlreiche begleitende Interviews notwendig, um Unklarheiten mit Hilfe des Fachexperten zu beseitigen.

#### 4.2.1.5 Blaupunkt-Website: Online-Lexikon

Das im Online-Auftritt der Blaupunkt GmbH integrierte Lexikon<sup>43</sup> stellte zu Beginn der Wissenserhebung eine Hilfe im Bereich des Terminologiewissens dar. Im Lexikon werden Fachbegriffe aus dem Bereich Car Multi Media in alphabetischer Reihenfolge erklärt.

Im Verlauf der Wissenserhebung im EIKON-Projekt stellte sich jedoch heraus, dass das Lexikon nicht vollständig war. Beispielsweise waren von vier möglichen Bestandteilen

---

<sup>42</sup> „Universalmaße“ ist der Fachterminus für die tatsächlich festgestellten Maße (zum Beispiel Durchmesser und Tiefe) eines Lautsprecher-Einbauorts an einem bestimmten Kfz. Ein Lautsprecher mit diesen Maßen passt ohne Einbausatz in den dazugehörigen Einbauort.

<sup>43</sup> Das Lexikon ist unter der URL <http://www.blaupunkt.de> zu finden.

eines Lautsprechersystems<sup>44</sup> nur zwei im Online-Lexikon enthalten. Da das Lexikon über einen externen Link als Benutzerunterstützung auch im Konfigurationssystem eingebunden werden sollte, wurden fehlende Begriffe, die während des Knowledge Engineering Prozesses auffielen in einer separaten Liste gesammelt und an den zuständigen Blaupunkt-Mitarbeiter zur Vervollständigung weitergeleitet.

Das Online-Lexikon stellte durch Erklärungen von grundlegenden Begriffen eine gute Hilfe zur Vorbereitung der ersten unstrukturierten Interviews dar. Für das Verständnis der problematischeren Wissensquellen, wie Einbauempfehlungskatalog und Fahrzeuguntersuchungsbogen, waren jedoch strukturierte und fokussierte Interviews notwendig, da das Lexikon durch fehlende Einträge insbesondere bezüglich unternehmensinterner Abkürzungen und Terminologie keine Unterstützung darstellte.

Abschließend kann gesagt werden, dass aus jeder aufgeführten Wissensquelle - ausgenommen die problematischen Quellen Fahrzeuguntersuchungsbogen und Einbauempfehlungskatalog - neben tatsächlich im System zu repräsentierenden Wissen immer auch so genanntes Metawissen (cf. *Kapitel 4.3.1*) erhoben werden konnte, das zum Verständnis anderer Wissensquellen beitrug. Diese Zusammenhänge werden in Abbildung 13 dargestellt.

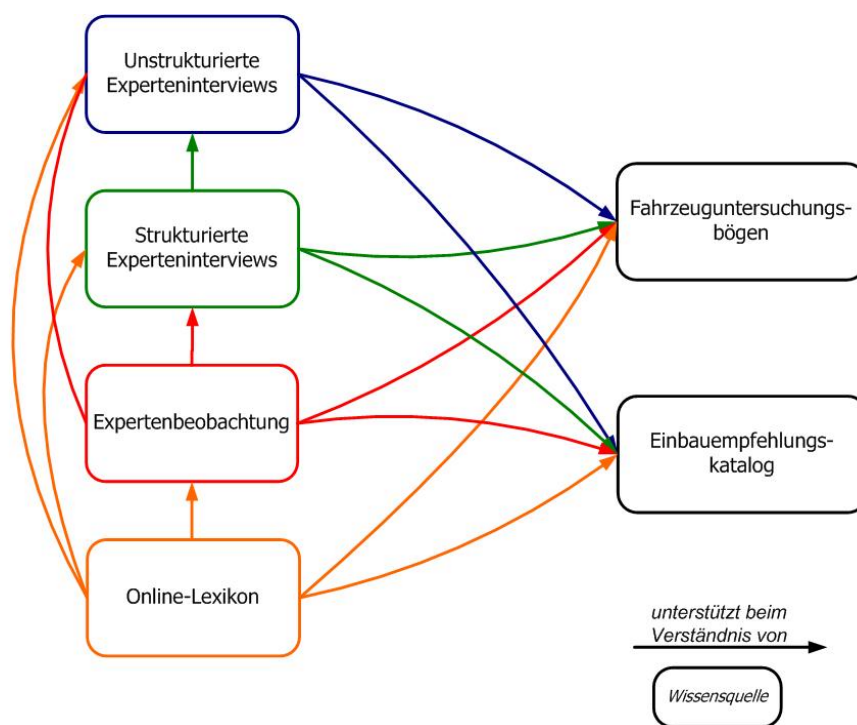


Abbildung 13: Beziehungen zwischen Wissensquellen

<sup>44</sup> Zu den vier möglichen Komponenten eines Lautsprechers zählen Midwoofer, Tweeter, X-Over und Subwoofer.



## 4.2.2 Wissensformen im Projekt

Im Eikon-Projekt lassen sich folgende Formen von Wissen unterscheiden:

1. Wissen über Prozesse
2. Wissen über technische Infrastrukturen
3. Terminologie-Wissen
4. Konfigurationswissen

Auf diese Wissensformen und ihre Erhebung soll in den folgenden vier Kapiteln eingegangen werden.

### 4.2.2.1 Wissen über Prozesse

Wissen über Prozesse und Abläufe spielt im aktuellen Trend des prozessorientierten Wissensmanagements eine große Rolle. Prozessmodelle wichtiger Abläufe in einem Unternehmen werden dabei als Index auf relevante Wissensinhalte genutzt (cf. Holz 2003).

Das Wissen über Prozesse bei der Blaupunkt GmbH war im EIKON-Projekt besonders in der Problemstellungsphase extrem wichtig.

An der Entwicklung des Konfigurationssystems sind verschiedene Abteilungen im Unternehmen beteiligt und interessiert. Zu den wichtigsten Abteilungen für die Wissensakquisition zählen:

1. **Fahrzeuguntersuchung:** Mitarbeiter der Fahrzeuguntersuchung erfassen notwendige Kfz-Daten von neu auf den Markt kommenden Fahrzeugen und untersuchen sie bezüglich der Einbaumöglichkeiten von Blaupunkt-Produkten. In dieser Abteilung entsteht das Wissen über Konfigurationszusammenhänge zwischen Fahrzeug und Produkt.
2. **Produktentwicklung:** Die Produktentwicklung arbeitet eng mit der Fahrzeuguntersuchung zusammen. Hier werden unter Umständen neue Zubehöerteile, zum Beispiel ein Einbausatz, entwickelt, um den Einbau eines vorhandenen Produkts, zum Beispiel eines Lautsprechers, zu ermöglichen. Die Mitarbeiter haben hohe Kenntnisse über mechanische und technische Eigenschaften von Zubehörteilen und sind somit vertrauenswürdige Ansprechpartner für Interviews bezüglich Unklarheiten zu einzelnen Produkten.

**3. Marketing:** Die Marketing-Abteilung ist für die Einbindung des zu entwickelnden Systems sowie der Datenbank in den Blaupunkt-Webauftritt zuständig. Marketingmitarbeiter halfen im Knowledge Engineering Prozess<sup>45</sup> durch die Bereitstellung notwendiger Kataloge und Produkt- sowie Zielgruppeninformationen. Das Marketing ist auch für die Veröffentlichung eines Großteils der in der Fahrzeuguntersuchung erhobenen Daten in einem Einbauempfehlungskatalog (cf. Anhang G) zuständig.

Mittels eines unstrukturierten Interviews zu Beginn der Wissenserhebungsphase konnte folgendes Schwimmbahndiagramm erstellt werden, welches das Zusammenspiel der drei Abteilungen verdeutlicht.

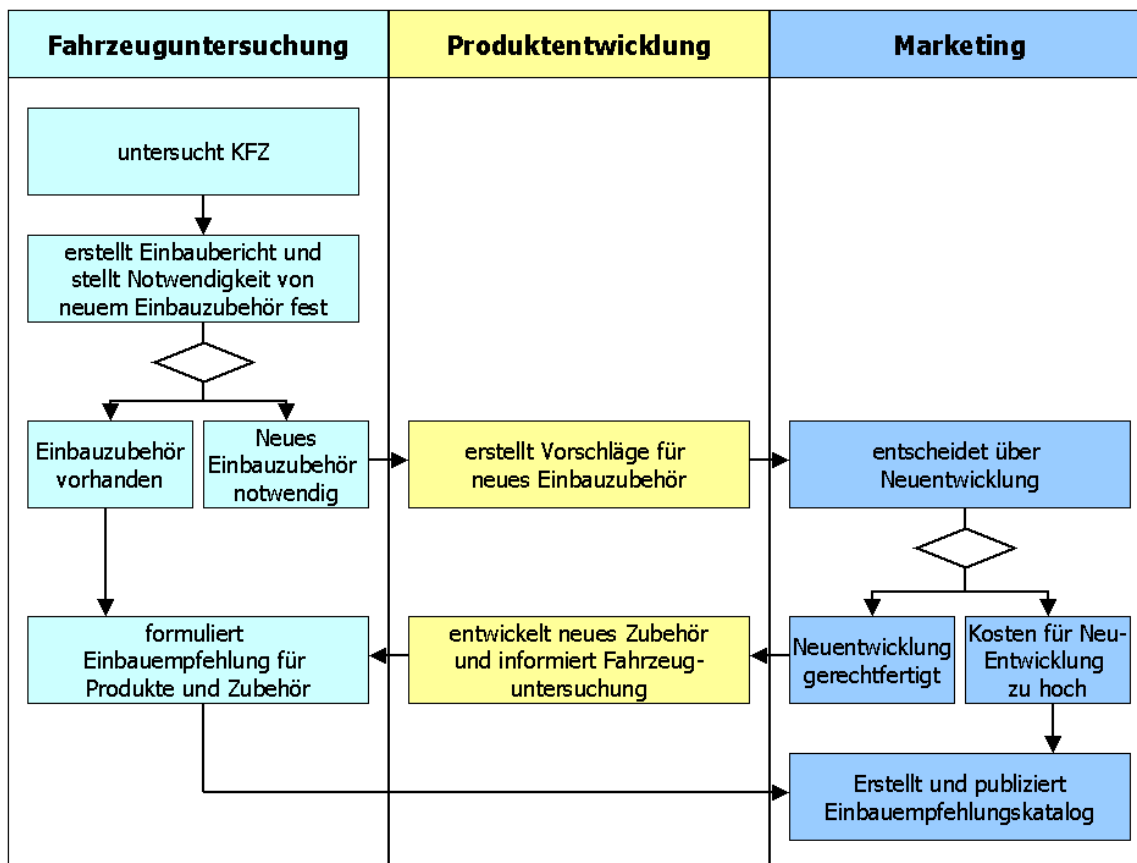


Abbildung 14: Schwimmbahndiagramm: Übersicht Zusammenspiel der Abteilungen

Das Schwimmbahndiagramm wurde als Überblick herangezogen, wann immer Fragen zu Spezialwissen aus den Abteilungen auftraten.

<sup>45</sup> Ein Marketing-Mitarbeiter ist auch zugleich Experte für Fragen bezüglich der Benutzeroberflächen-Gestaltung (cf. Quint 2003).

#### 4.2.2.2 Wissen über technische Infrastrukturen

Auch das Wissen über im Unternehmen vorhandene technische Infrastrukturen ist nicht nur im Sinne einer technischen Anforderungsanalyse für den Knowledge Engineering Prozess relevant. Dieser Bereich bereitete zum Teil große Schwierigkeiten, da es versäumt wurde, ein fokussiertes Interview mit diesem Themenschwerpunkt durchzuführen. Dies hatte zur Folge, dass Wissen über einsetzbare Techniken wie Datenbanken oder Skriptsprachen häufig zu spät oder nur am Rande von Interviews mit anderen thematischen Inhalten erhoben werden konnte.

Außerdem lag eine Problematik in der typischen Eigenschaft einer Experte-Knowledge Engineer Beziehung:

Während der Experte fast ausschließlich Wissen aus seiner Domäne in das Projekt einbringt, liegt die Kompetenz der Systemimplementierung und somit das Wissen über verwendbare Techniken und Programmiersprachen fast vollständig auf der Seite des Knowledge Engineers. Obwohl der Fachexperte im EIKON-Projekt durchaus Kompetenzen auf dem Gebiet der Informationstechnologie hatte, waren diese zwar ausreichend um die Wissenserhebung zu erleichtern, jedoch reichten sie oftmals nicht aus, dass notwendiges Wissen über im Unternehmen vorhandene Techniken zum richtigen Zeitpunkt an das Knowledge Engineer Team gegeben wurde. Diese Tatsache führte dazu, dass zwar im Rahmen der Problemstellungsphase vom Knowledge Engineering Team kommuniziert wurde, welche Techniken zur Implementierung vorgesehen seien, jedoch die Information, dass der Blaupunkt-Server aufgrund der Firmenphilosophie und vermuteter Sicherheitsmängel nicht PHP sondern PERL verwende, erst sehr viel später gegeben wurde<sup>46</sup>.

Dass ein gezieltes Interview zur Technikinfrastruktur bei Blaupunkt diese Problematik verhindert hätte, zeigt, dass auch die Bedeutung des Wissens über Technikinfrastrukturen und seiner Erhebung nicht zu unterschätzen ist.

#### 4.2.2.3 Terminologie-Wissen

Eine besondere Herausforderung stellte die Wissenserhebung für das Erlernen sowie Verwenden der Terminologie des Fachgebiets Car Multi Media dar.

---

<sup>46</sup> Eine Änderung der in der Anfangsphase kommunizierten Programmier Technik PHP war nur deshalb nicht notwendig, da eine spätere Konvertierung der PHP-Skripte in PERL als unproblematisch erachtet wurde.

Zum einen war eine bestimmte Grundlage an Terminologiewissen bereits für die ersten Interviews notwendig, zum anderen sollte der Interviewablauf nicht durch Zwischenfragen unterbrochen werden. Eine Möglichkeit diesem Problem vorzubeugen wäre, sich vor Expertengesprächen Terminologiewissen aus Fachbüchern oder anderen Quellen anzueignen. Dies wird in der Literatur unterschiedlich bewertet:

Vorteile sieht u.a. (Hart 1992:57f.) darin, von Anfang an fundierte Interviews mit den Experten führen zu können und dabei nicht auf das Vokabular verzichten zu müssen, welches die Experten zu benutzen gewöhnt sind. Dieser Sichtweise wurde vom Knowledge Engineering Team Rechnung getragen, indem es sich verschiedener Dokumente und Hilfsmittel bediente, um sich so schnell und früh wie möglich mit der Expertenterminologie und mit Abkürzungen vertraut zu machen. Insbesondere das Online-Lexikon diente zur Erklärung gängiger Vokabeln aus der Car Multi Media Branche.

Das Gegenargument - in der Literatur u.a. von (Greenwell 1988:34) formuliert - hat jedoch auch seine Berechtigung: Durch eine überschnelle und damit vielleicht ungenaue Einarbeitung in die Terminologie noch vor der Wissenserhebungsphase könnte bei Interviews der Eindruck erweckt werden, Kenntnisse zu besitzen, die real nicht vorhanden sind. Eine explizite Erklärung durch den Experten würde dadurch verhindert. Um auch dieses Argument zu berücksichtigen wurde bei der Blaupunkt GmbH wie folgt vorgegangen:

Eine grundlegende Einarbeitung in die Terminologie erfolgte bereits in der Anfangsphase der Wissensakquisition mit Hilfe des Einbauempfehlungskatalogs sowie des Online-Lexikons auf der Blaupunkt-Webseite. Des Weiteren wurden allgemeine Internetrecherchen zu bestimmten Terminologiefamilien durchgeführt und auch auf anderen Seiten von Car-Hifi-Anbietern nach Erläuterungen gesucht. Prinzipiell wurde jedoch Greenwells Argument berücksichtigt, indem wirklich nur verstandene oder bereits ausführlich erklärte Begriffe in Interview-Fragestellungen verwendet wurden.

Um neue Terminologien zu erlernen, ohne den Ablauf eines strukturierten oder fokussierten Interviews zu unterbrechen, wurden Begriffe, die in einer Erklärung vom Experten verwendet und als neu erkannt wurden, von einem der zwei Interview-Protokollanten in einem speziellen Dokument notiert. Eine sich auf diese Weise anfüllende Terminologieliste wurde dann entweder am Ende des Interviews oder in einem fokussierten Interview Term für Term durchgegangen und die Erklärungen protokolliert.

Nur wenn eine fehlende Definition das Verständnis einer Expertenerklärung verhindert hätte, wurde sofort nach der Wortbedeutung gefragt.

#### 4.2.2.4 Konfigurationswissen

Unter Konfigurationswissen soll Wissen über den Zusammenhang von Einbauorten in einem Kfz und Blaupunkt-Produkten in den drei in definierten Subproblem-Bereichen(cf. *Kapitel 4.1.3*) verstanden werden.

Diese Form von Wissen wird zu großen Teilen direkt im EIKON-System repräsentiert und erforderte deshalb eine besonders sorgfältige Vorgehensweise bei der Erhebung. Zu den Quellen, welche Zusammenhänge zwischen Produkten auf der einen und möglichen Einbauorten in einem Kfz auf der anderen Seite enthalten, gehören der Einbauempfehlungskatalog und die Fahrzeuguntersuchungsbögen.

Bezüglich konfigurierbarer Produkte sagt (Blum 2000):

*„Konfigurierbare Produkte (configurable products) bestehen aus einer Menge von vordefinierten Komponenten und dem Wissen, wie die Komponenten zusammengesetzt werden. Bei dieser Produktart müssen zudem alle Komponenten bekannt sein.“*

Diese Eigenschaft konfigurierbarer Produkte trifft auch auf das Blaupunkt-Zubehörprogramm zu. Eine Telefon-Kombiantenne besteht beispielsweise aus den Komponenten *Antenne* selbst und *Weiche*.

Für Blums zweite Forderung, dass alle Komponenten bekannt sein müssen, kann die Produktklassifizierung (cf. *Kapitel 4.1.3*) als Hilfe herangezogen werden.

Da es beim EIKON-System nicht nur um konfigurierbare Produktgruppen, sondern vorrangig um die Anpassung an ein spezielles Fahrzeug ging, mussten Fahrzeugeigenschaften in das zu erhebende Konfigurationswissen mit einbezogen werden. Solche für das Konfigurationswissen wichtige Fahrzeugeigenschaften konnten durch strukturierte und fokussierte Interviews erhoben werden. Der folgende Interviewausschnitt ist ein Beispiel für die Erhebung von Konfigurationswissen:

**Moderator:** „Um alle Daten zu einem spezifischen Fahrzeug in der Datenbank ablegen und wieder aufrufen zu können, benötigen wir eine eindeutige Eigenschaft des Fahrzeugs, welche bei jedem Kfz anders ist. Wäre dafür die Fahrgestellnummer geeignet?“

**Experte:** „Sie haben Recht, die Fahrgestellnummer ist eindeutig. Wir können sie jedoch nicht verwenden, da sie nicht immer auf den Fahrzeuguntersuchungsbögen erfasst wurde.“

**Moderator:** „Welche Angaben über ein Auto wären denn nötig, um es eindeutig zu identifizieren?“

**Experte:** „Ein bei uns untersuchtes Fahrzeug kann jederzeit anhand der Kombination aus Hersteller, Modell und Baujahr identifiziert werden.“

**Moderator:** „Aber in einigen Fällen fehlt auf den Fahrzeuguntersuchungsbögen auch das Baujahr.“

**Experte:** „In dem Fall kann man alternativ die Baureihe verwenden. Eine der beiden Angaben ist auf jeden Fall vorhanden.“

Dieses Interview war sehr wichtig, um Eigenschaften festzulegen, mit denen ein Fahrzeug eindeutig identifiziert werden kann<sup>47</sup>. Die Überblicksgrafik über die Problemdomäne (cf. *Kapitel 4.1.3*) kann deshalb um den Aspekt der Kfz-Bestimmung ergänzt werden. Damit das System Lösungen für die Subprobleme SP1 bis SP3 liefern kann, muss zunächst das Fahrzeug vom Nutzer des WBS bestimmt werden:

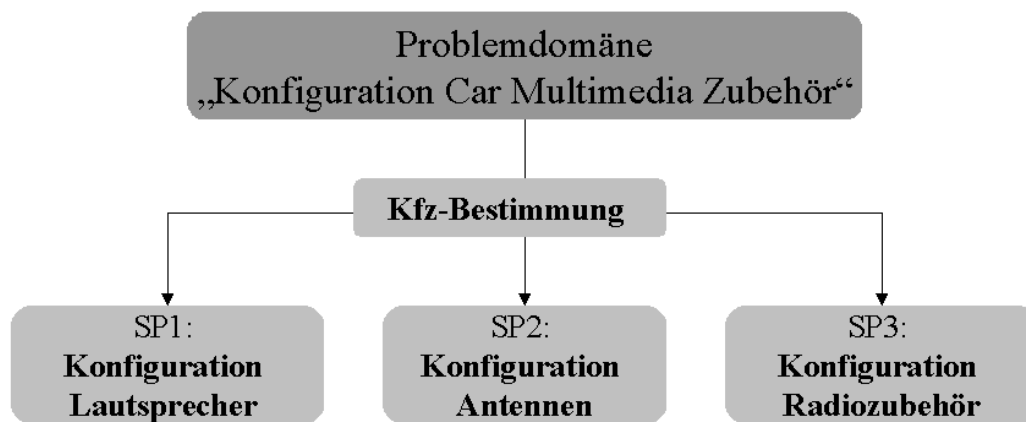


Abbildung 15: Erweiterung der Problemspezifizierung

Nachdem Methoden der Erhebung und ihr Einsatz im Projekt beispielhaft aufgezeigt wurden, soll im folgenden Kapitel die Analyse der so entstandenen Wissensprotokolle und die dabei durchgeführte Formalisierung des Wissens in Form von Regeln und Relationen dargestellt werden.

<sup>47</sup> In der Datenbank wird jedes Fahrzeug durch die genannten drei Angaben festgelegt und der Primärschlüssel Fahrzeuguntersuchungsnummer (FU\_Nr) kann zugewiesen werden.

## 4.3 Wissensanalyse

Entgegen der in der Fachliteratur häufig vertretenen Transfersichtweise, die davon ausgeht, dass „benötigtes Wissen beim Experten vorhanden ist, direkt extrahiert und daraufhin in die Wissensbasis transferiert werden kann“ (Herrmann 1997:22), zeigte sich im EIKON-Projekt, dass eine unmittelbare Repräsentation erhobenen Wissens ohne vorherige Analyse nicht möglich ist.

Die Wissensanalyse schließt dabei nicht etwa an eine komplett abgeschlossene Erhebungsphase an, sondern findet weitestgehend parallel statt. Im EIKON-Projekt war dieser parallele Verlauf auch durch den festen Termin für Experteninterviews vorgegeben: Einmal in der Woche wurde ein zweistündiges Experteninterview durchgeführt und die Zeit bis zum darauf folgenden Interview für die Analyse der Wissensprotokolle aus dem Interview und den Vergleich mit anderen Protokollen und Artefakten verwendet. Dieser zyklische Ablauf geht auch aus Abbildung 7 hervor.

Die Wissensanalyse beinhaltete drei Vorgänge, die in diesem Kapitel beschrieben werden sollen:

- Klassifizierung der Wissensformen: Durch die Analyse wurde im System zu repräsentierendes von so genanntem Metawissen getrennt.
- Festlegen von Relationen: Die vom Experten in Interviews formulierten Zusammenhänge sowie Fahrzeuguntersuchungsbögen und Einbauempfehlungskatalog wurden hinsichtlich der Darstellung von Relationen im später aufzustellenden ERM analysiert.
- Formulierung von Regeln: Aus den Wissensprotokollen wurden zum Teil bereits regelhaft formulierte Strukturen exzerpiert.

### 4.3.1 Klassifizierung der Wissensformen

In erster Linie wurde das erhobene Wissen in den Protokollen dahingehend analysiert, ob es sich um Wissen handelt, welches direkt im WBS repräsentiert werden muss (Repräsentationswissen) oder um so genanntes Metawissen. Diese beiden Klassen sollen wie folgt definiert werden:

*Repräsentationswissen:* Repräsentationswissen soll als Wissen verstanden werden, das in einer geeigneten Repräsentationsform direkt im System wiedergegeben wird.

*Metawissen:* Unter Metawissen sei in dieser Arbeit jenes Wissen zu verstehen, das zum Verständnis aller anderen Wissensformen beiträgt. Metawissen wird in der Fachliteratur auch als „Wissen über Wissen“ bezeichnet (cf. u.a. Haun 2000:36).

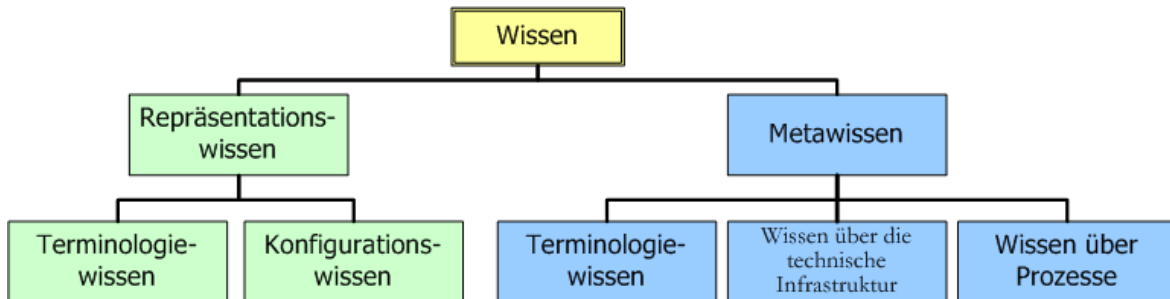


Abbildung 16: Wissensklassifikation: Repräsentationswissen und Metawissen

Wie aus Abbildung 16 hervorgeht kann Terminologiewissen sowohl die Rolle von Repräsentationswissen als auch von Metawissen einnehmen. Beispielsweise dienen Regeln zur Verwendung bestimmter Antennen-Termini (cf. Kapitel 4.3.3) dem allgemeinen Verständnis der Problemdomäne, fand jedoch bei der Wissensrepräsentation keine Berücksichtigung und gehört somit zur Klasse Metawissen. Ein Grossteil des erhobenen Terminologiewissens wird jedoch im System repräsentiert.

Konfigurationswissen ist immer Repräsentationswissen, während das Wissen über Prozesse sowie das Wissen über die Technik-Infrastruktur wiederum nur zum Verständnis anderer Wissensformen und -quellen erhoben wurde, also ebenfalls Metawissen darstellt.

### 4.3.2 Festlegen von Relationen

Insbesondere bei der Analyse der Wissensprotokolle im Kontext des Terminologiewissens konnten wertvolle Relationen herausgearbeitet werden, welche sich im späteren Datenmodell widerspiegeln.

Für die Subproblemdomänen SP1 bis SP3 konnten u.a. folgende Relationen aus den Protokollen aufgestellt werden:

**Rel<sub>SP1</sub>:**  
 Ein Kfz hat zehn mögliche Lautsprecher-Einbauorte mit bestimmten Maßen und Eigenschaften. Ein Lautsprechersystem kann sich unter Umständen aus bis zu vier Komponenten (Midwoofer, Tweeter, X-Over und Subwoofer) zusammensetzen. An jedem Einbauort ist eventuell die Verwendung eines Einbausatzes notwendig.



**Rel<sub>SP2</sub>:**

Ein Kfz hat acht mögliche Antennen-Einbauorte mit bestimmten Maßen und Eigenschaften. An jedem Einbauort ist eventuell die Verwendung von Zubehör notwendig.

**Rel<sub>SP3</sub>:**

Ein Kfz hat genau einen möglichen Einbauort für ein Radio. Prinzipiell ist jedes Radio in jedes Kfz einbaubar. Abhängig von den Maßen eines Radio-Einbauortes ist eventuell die Verwendung eines Einbausatzes notwendig. Des Weiteren kann für den Radioeinbau, den Anschluss an Lautsprecher und für den Anschluss an eine Lenkradfernbedienung ein gesondertes Kabelzubehör notwendig sein.

Auf die Repräsentation dieser Relationen im Datenmodell wird in *Kapitel 4.4* eingegangen.

### 4.3.3 Aufstellen von Regeln

Durch die permanente Analyse der durch Interviews und Beobachtung entstandenen Wissensprotokolle und im Vergleich mit anderen Wissensquellen konnten neben Relationen auch Regeln festgelegt werden. Sie sollen in diesem Kapitel beispielhaft in den Bereichen Kfz-Bestimmung als Regel  $R_{\text{Kfz-Bestimmung}}$  sowie den drei Subproblemdomänen SP1 bis SP3 als Regeln  $R_{\text{SP1}}$  bis  $R_{\text{SP3}}$  aufgezeigt werden.

**Die Regel  $R_{\text{Kfz-Bestimmung}}$ :**

In dem in *Kapitel 4.2.2.4* als Beispiel herangezogenen Interview zur Erhebung von Konfigurationswissen wurde festgestellt, dass sich ein Kfz eindeutig durch die Angaben Hersteller, Modell und Baujahr oder Baureihe festlegen lässt. Es wurde anhand des Wissensprotokolls und im Vergleich mit den Fahrzeuguntersuchungsbögen folgende Regel aufgestellt:

 **$R_{\text{Kfz-Bestimmung}}$ :**

WENN	Angaben über das Baujahr vorhanden sind,
DANN	verwende Hersteller, Modell und Baujahr zur Kfz-Bestimmung.
WENN	keine Angaben über das Baujahr vorhanden sind,
DANN	verwende Hersteller, Modell und Baureihe zur Kfz-Bestimmung.

### Die Regel $R_{SP1}$ :

Im Zusammenhang mit SP1 (Lautsprecher) sei folgender Zusammenhang als Beispiel für die Regelerstellung herangezogen:

Laut Einbauempfehlungskatalog gibt es insgesamt sechs mögliche Einbauorte<sup>48</sup> für Lautsprecher (cf. Anhang G). Im Vergleich mit den Fahrzeuguntersuchungsbögen fiel auf, dass für einige untersuchte Fahrzeuge die Einbauorte C (Vordertür) und F (Hintertür) nochmals in jeweils drei Orte unterteilt waren<sup>49</sup>. Das Datenmodell (cf. *Kapitel 4.4*) wurde dahingehend geändert, dass die Einbauorte C und F durch die drei Einbauorte C1-C3 bzw. F1-F3 ersetzt wurden. Da jedoch in älteren Untersuchungsbögen die Lautsprecher-Empfehlungen noch nach der alten Einteilung (C und F) und nicht für die detailliertere Einteilung vorgenommen wurden, war für die Eingabe von Datensätzen das Festlegen einer Regel notwendig.

Welchem der Orte C1-C3 ein empfohlener Lautsprecher, der auf dem alten Fahrzeuguntersuchungsbogen unter Einbauort C stand, zugewiesen werden muss, ist - wie die Wissensanalyse ergab - von der Lautsprecherart abhängig. Die Regel  $R_{SP1}$  lautet daher wie folgt:

#### $R_{SP1}$ :

WENN	für den Einbauort C oder F der Einbau eines Tweeter empfohlen wird,
DANN	ist der zugehörige Einbauort C1 bzw. F1.
WENN	für den Einbauort C oder F der Einbau eines Midranger empfohlen wird,
DANN	ist der zugehörige Einbauort C2 bzw. F2.
WENN	für den Einbauort C oder F der Einbau eines Woofer empfohlen wird,
DANN	ist der zugehörige Einbauort C3 bzw. F3.

Die Notwendigkeit dieser Regel für die Eingabe von Daten sowie die Regel selbst wurde nur durch die vergleichende Analyse verschiedener Wissensquellen erkannt.

<sup>48</sup> Die Einbauorte laut Einbauempfehlungskatalog sind A= Armaturentafel, B= Fußraum, C= Vordertür, D= Hutablage, E= Seitenteil und F= Hintertür.

<sup>49</sup> Einbauort C (Vordertür) ist in einigen Fahrzeuguntersuchungsbögen unterteilt in C1= Vordertür oben, C2= Vordertür Mitte und C3= Vordertür unten. Entsprechend ist der Einbauort F (Hintertür) in F1 bis F3 unterteilt.

**Die Regel R<sub>SP2</sub>:**

Bei der Analyse der Wissensprotokolle bezüglich des Wissens für SP2 (Antennen) und dem Vergleich mit dem Einbauempfehlungskatalog fiel auf, dass Antennen mit der gleichen Artikelnummer unterschiedliche Produktbezeichnungen hatten. Eine entsprechende Fragestellung in einem strukturierten Interview führt zu Regel R<sub>SP2</sub>:

<b>R<sub>SP2</sub>:</b>		
WENN	Antennen-Artikelnummer = x	$\wedge$ Zubehör = Weiche
DANN	Antennenbezeichnung = Telefon-Kombiantenne.	
WENN	Antennenartikelnummer = x	$\wedge$ Zubehör $\neq$ Weiche
DANN	Antennenbezeichnung = Telefonantenne.	

**Die Regel R<sub>SP3</sub>:**

In einem Wissensprotokoll eines fokussierten Interviews zum Thema Radioeinbau und Anschlusskabel (cf. Anhang C) wurde die Notwendigkeit für die Verwendung eines Stromkabels festgehalten. Durch die Analyse des Protokolls im Vergleich mit Fahrzeuguntersuchungsbögen wurde die Regel R<sub>SP3</sub> aufgestellt:

Falls die Stromversorgung nicht im Adapterkabel beinhaltet ist, ist zusätzlich zum Adapterkabel ein Stromkabel notwendig. Wenn es sich aber um ein kombiniertes Kabel („Kombikabel“) handelt, welches sowohl die Strom/Masse-Versorgung als auch den Lautsprecher-Anschluss bedient, so ist kein zusätzliches Stromkabel notwendig.

<b>R<sub>SP3</sub>:</b>	
WENN	für ein Kfz ein Adapterkabel mit integrierter Stromversorgung („Kombikabel“) empfohlen werden kann,
DANN	lautet die Einbauempfehlung: Adapterkabel.
WENN	für ein Kfz nur ein einfaches Adapterkabel ohne Stromversorgung empfohlen werden kann, weil kein „Kombikabel“ für dieses Kfz vorhanden ist,
DANN	lautet die Einbauempfehlung: Adapterkabel <i>und</i> Stromkabel.

#### 4.3.4 Schlussfolgerungen für die Wissensrepräsentation

Wie die Darstellung der Wissensanalyse im Projekt zeigt, ließ sich das erhobene Konfigurations- und Terminologiewissen durch entsprechende Interpretation gut in Relationen und Regeln formulieren.

Insbesondere die Extraktion von Relationen aus den aufgestellten Wissensprotokollen dem Fahrzeuguntersuchungsbogen und dem Einbauempfehlungskatalog legte die Repräsentation entsprechenden Wissens in einem ERM nahe. Auch weil Wissen über Blaupunkt-Produkte bereits strukturiert in relationalen Datenbanken vorlag, war der Entwurf einer relationalen Datenbank als ein Teil der Wissensbasis des Konfigurationssystems von Projektbeginn an beabsichtigt. Dies ist zugleich ein Beispiel dafür, wie Metawissen, in diesem Fall „Wissen über die Technik-Infrastruktur“, in den Knowledge Engineering Prozess eingeflossen ist.

Wie in *Kapitel 2.3.3.3* gesagt, handelt es sich bei der Darstellung von Wissen in einem ERM um eine deklarative Repräsentationsform. Sie hat den Vorteil, dass sie ohne Probleme um neue Entitäten, Attribute und Beziehungen erweiterbar ist.

Für die Repräsentation der Regeln war außerdem eine prozedurale Form notwendig. Regeln wurden deshalb in PHP-Methoden repräsentiert.

PHP ist eine Skriptsprache zur Erstellung dynamischer Websites. Die prozedurale Repräsentation von Wissen in PHP wurde gewählt, weil der Funktionsumfang dieser Programmiersprache ständig erweitert wird, PHP also zukunftssträftig ist, und insbesondere das Zusammenspiel zwischen der Datenbank MySQL und PHP in der Fachliteratur durchgehend als sehr gut eingestuft wird (cf. u. a. Krause 2000:27f.).

Wie das aus den verschiedenen Wissensquellen stammende Wissen in dem entwickelten ERM und den PHP-Methoden im Detail repräsentiert wird zeigen die Ausführungen des folgenden Kapitels.

## 4.4 Wissensrepräsentation

Wie mehrfach erwähnt, unterlag der gesamte Entwicklungsprozess einer stark iterativen Vorgehensweise, so dass auch die Wissensrepräsentation nicht erst nach dem Abschluss der vorhergehenden Phasen - Erhebung und Analyse - durchgeführt wurde.

In *Kapitel 2.3.3.3* wurden verschiedene Methoden der Repräsentation vorgestellt. Bei der im EIKON-Projekt verwendeten Möglichkeit erhobenes Wissen für Problemlösungsverfahren zu repräsentieren handelt es sich um eine Hybridform: Sie setzt sich aus einem deklarativen Teil im ERM auf der einen und einem prozeduralen Teil in Form von PHP-Methoden auf der anderen Seite zusammen. Erhobenes Repräsentationswissen in Relationen wird dabei deklarativ repräsentiert, während

aufgestellte Regeln prozedural repräsentiert werden. Abbildung 17 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

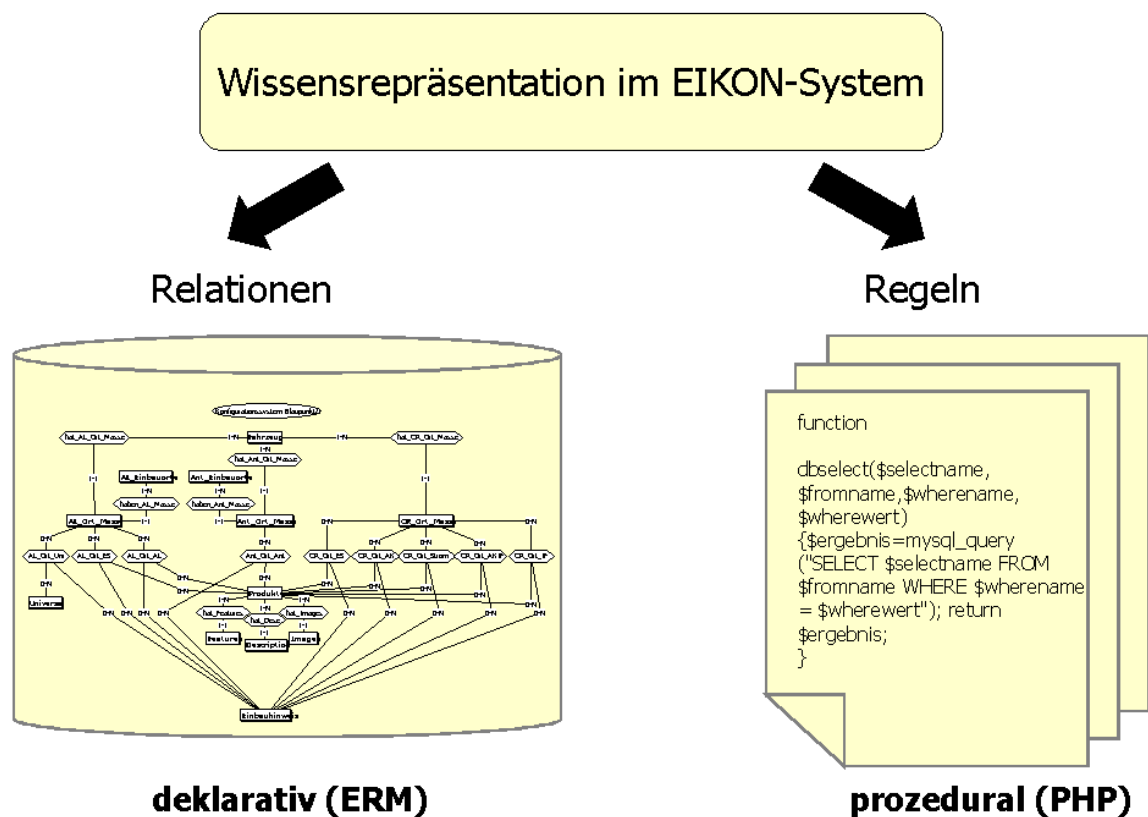


Abbildung 17: Hybride Wissensrepräsentation im EIKON-Projekt

Die so eingesetzte Trennung von beschreibendem und folgerndem Wissen wird auch von (Spielberger 1989:7) als vorteilhaft bezeichnet, da sich auf diese Weise deklaratives Expertenwissen einfach formulieren, verständlich darstellen und sukzessive im Modell implementieren und verbessern lässt. Auswertemechanismen wie die Verarbeitung von Regeln können getrennt implementiert und verwaltet werden.

Die zwei Repräsentationsformen können auch unter dem Gesichtspunkt der Trennung von statischem und dynamischem Wissen (cf. Gabriel 1992:41ff.) betrachtet werden:

### Statisches Wissen:

Das im ERM repräsentierte Wissen ist statisch - d.h. zum Zeitpunkt der Problemlösungsfindung vorhanden - und nicht veränderbar. Zum statischen Wissen gehören Fakten und Relationen, wie beispielsweise Eigenschaften eines Blaupunkt-Produkts.

## Dynamisches Wissen:

Der prozedurale Teil der Wissensrepräsentation in PHP wird für die Verarbeitung von dynamischem Wissen verwendet. Dynamisches Wissen beschreibt den aktuellen Kontext des Problems und muss daher zu Beginn oder auch während des Problemlösungsvorgangs vom Nutzer hinzugefügt werden. Dazu gehören die vom WBS benötigten Angaben zur Kfz-Bestimmung (Hersteller etc.).

Anhand ausgewählter Relationen und Regeln soll in den folgenden zwei Kapiteln auf die konkrete Repräsentation tiefer eingegangen werden.

### 4.4.1 Deklarative Repräsentation von Relationen im Datenmodell

In diesem Kapitel wird anhand der in *Kapitel 4.3.2* vorgestellten Relationen  $Rel_{SP1}$  bis  $Rel_{SP3}$  die deklarative Wissensrepräsentation im ERM erläutert.

#### 4.4.1.1 Repräsentation der Relation $Rel_{SP1}$

##### **$Rel_{SP1}$ :**

Ein Kfz hat zehn mögliche Lautsprecher-Einbauorte mit bestimmten Maßen und Eigenschaften. Ein Lautsprechersystem kann sich unter Umständen aus bis zu vier Komponenten (Midwoofer, Tweeter, X-Over und Subwoofer) zusammensetzen. An jedem Einbauort ist eventuell die Verwendung eines Einbausatzes notwendig.

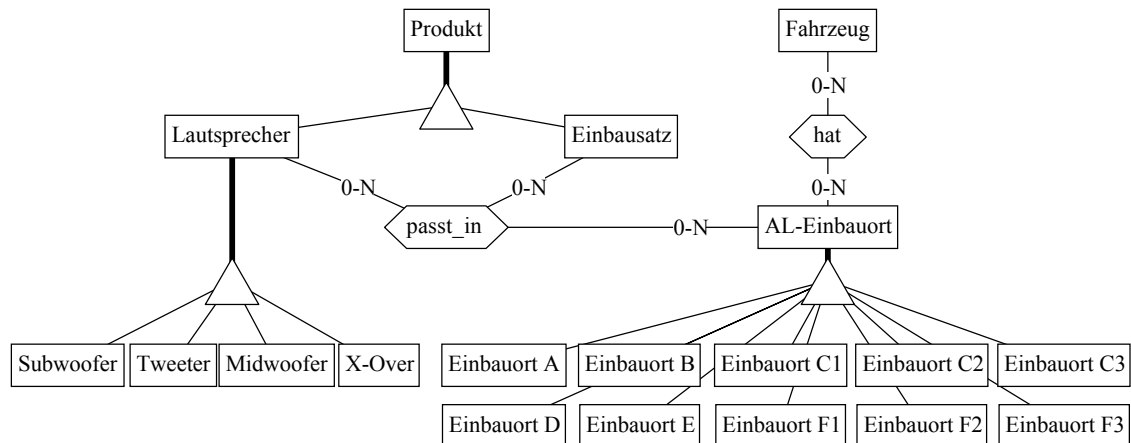
Für diese Relation ließen sich in einem ersten Schritt folgende Entitäten festlegen:

Entitäten: $Rel_{SP1}$
Fahrzeug
Lautsprecher
Einbausatz
AL-Einbauort <sup>50</sup>

Tabelle 4: Entitäten  $Rel_{SP1}$

Für Midwoofer, Subwoofer, Tweeter und X-Over als Unterklassen der Entität Lautsprecher und einzelne Einbauorte als Unterklassen von AL-Einbauort eignete sich eine IS-A Beziehung zur Darstellung im Modell. Mit einer Default-Festlegung der Kardinalitäten mit 0-N ergab sich folgendes ERM für die Relation  $Rel_{SP1}$ :

<sup>50</sup> Lautsprecher-Einbauort.

Abbildung 18: ERM für  $Rel_{SP1}$ 

Diese erste Version beinhaltet bereits die Schwierigkeit, dass eine Erweiterung um neue Einbauorte sehr aufwendig wäre. Die Modellierung wurde deshalb dahingehend geändert, dass eine zusätzliche Entität *AL\_Ort\_Maße*<sup>51</sup> festgelegt wurde. Sie enthält als Attribute alle Maße und sonstige bei der Fahrzeuguntersuchung festgehaltenen Eigenschaften des Einbauortes wie serienmäßig vorhandene Schrauben und Kabel. Die Entität *AL-Einbauorte* bleibt erhalten. Sie hat die Attribute *AL\_Einbauort\_Buchstabe*<sup>52</sup> (als Primärschlüssel) und *Einbauort-Bezeichnung*<sup>53</sup>.

Des Weiteren wurde die Entität *Fahrzeug* mit Attributen versehen. Als Primärschlüssel wurde die Fahrzeuguntersuchungsnummer (*FU\_Nr*) gewählt.

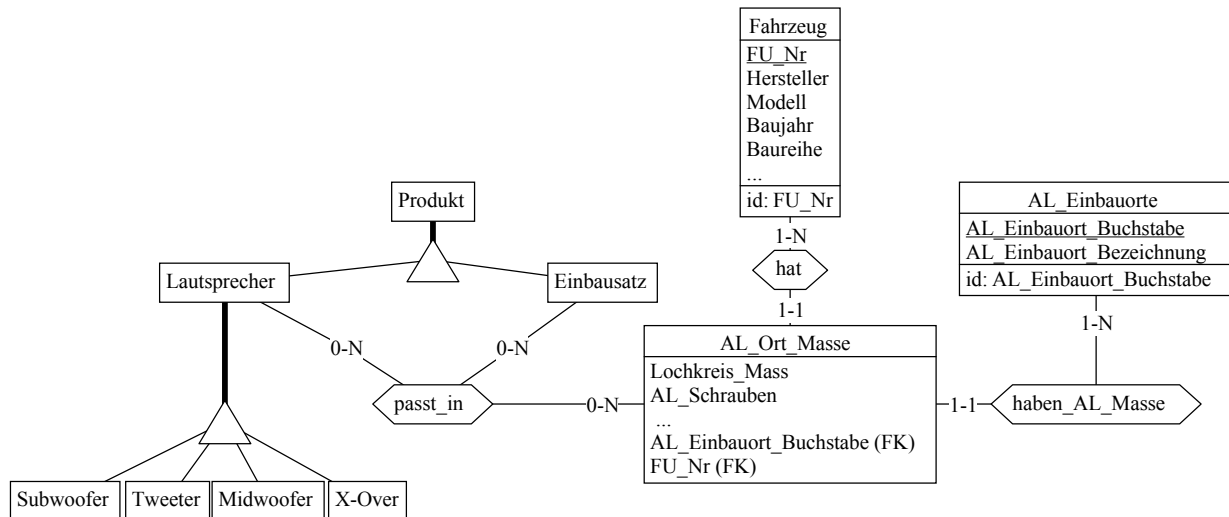
Um festgestellte Maße und Eigenschaften sowohl einem konkreten Einbauort als auch einem bestimmten Fahrzeug zuordnen zu können, wurden entsprechende Kardinalitäten festgelegt: So taucht der *AL\_Einbauort\_Buchstabe* aus *AL\_Einbauorte* und die *FU\_Nr* aus *Fahrzeug* als Fremdschlüssel<sup>54</sup> in *AL\_Ort\_Maße* auf. Das folgende ERM war das Ergebnis dieser Veränderung:

<sup>51</sup> Lautsprecher-Einbauort-Maße.

<sup>52</sup> Zum Beispiel Einbauort-Buchstabe A.

<sup>53</sup> Zum Beispiel Einbauort-Bezeichnung „Armaturentafel“.

<sup>54</sup> Im ERM wird die Abkürzung FK für *foreign key* verwendet.

Abbildung 19: Erweiterung des ERM für Rel<sub>SP1</sub>

Durch die permanente Analyse erhobenen Wissens wurde nach fast jeder Änderung des ERM festgestellt, dass das erhobene Wissen noch immer nicht korrekt im Modell abgebildet wurde. Es fand also eine von (Bolte et al. 1991) als „Prototyping bezüglich der Daten“ bezeichnete ständige Rückkopplung zwischen Entity Relationship Modellierung und Wissensanalyse statt.

### Repräsentation der Relation Rel<sub>SP2</sub>

**Rel<sub>SP2</sub>:**  
Ein Kfz hat acht mögliche Antennen-Einbauorte mit bestimmten Maßen und Eigenschaften. An jedem Einbauort ist eventuell die Verwendung von Zubehör notwendig.

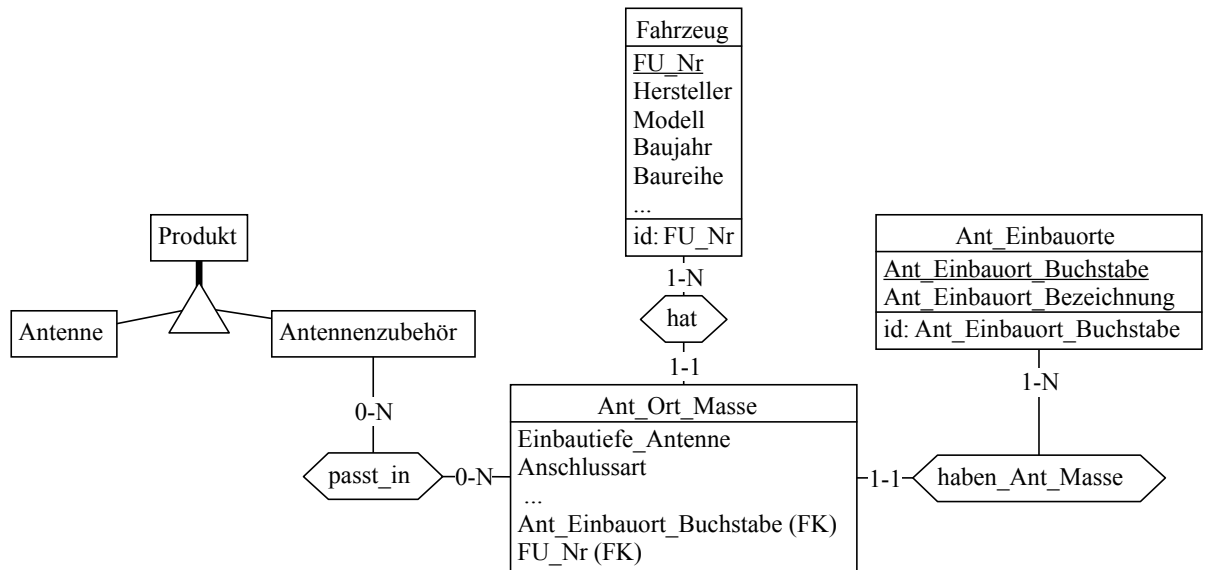
Da sich die Strukturierung von SP1 (Lautsprecher) und SP2 (Antennen) sehr ähnelten, wurde auch die Wissensrepräsentation von Rel<sub>SP2</sub> von der Modellierung für Rel<sub>SP1</sub> abgeleitet. Folgende Entitäten ließen sich festlegen:

Entitäten: Rel <sub>SP2</sub>
Fahrzeug
Antenne
Antennenzubehör
Ant_Einbauort
Ant_Ort_Masse

Tabelle 5: Entitäten Rel<sub>SP2</sub>

Weitestgehend parallel zur Modellierung von Rel<sub>SP1</sub> entstand folgendes ERM:



Abbildung 20: ERM für  $Rel_{SP2}$ 

#### 4.4.1.2 Repräsentation der Relation $Rel_{SP3}$

##### **Rel<sub>SP3</sub>:**

Ein Kfz hat genau einen möglichen Einbauort für ein Radio. Prinzipiell ist jedes Radio in jedes Kfz einbaubar. Abhängig von den Maßen eines Radio-Einbauortes ist eventuell die Verwendung eines Einbausatzes notwendig. Des Weiteren kann für den Radioeinbau, den Anschluss an Lautsprecher und für den Anschluss an eine Lenkradfernbedienung ein gesondertes Kabelzubehör notwendig sein.

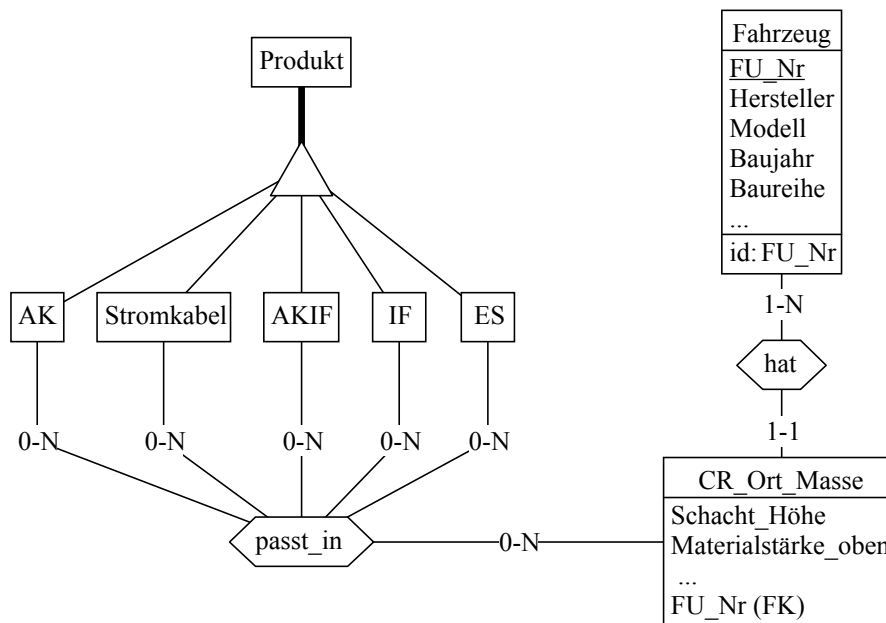
Die für SP3 (Radioeinbau) aufgestellten Relationen unterschieden sich von  $Rel_{SP1}$  und  $Rel_{SP2}$  dadurch, dass es lediglich einen Einbauort für Radios gibt, für den unter Umständen ein Einbausatz (ES) notwendig ist. Eine Entität *Radio\_Einbauorte* war deshalb nicht notwendig. Stattdessen zeichnete sich SP3 durch einen sehr komplexen Sachverhalt bezüglich Kabelzubehör aus (cf. Anhang C). Da in SP3 nicht nur der Radio-Anschluss an Lautsprecher und an die Stromversorgung sondern auch an eine Lenkradfernbedienung beinhaltet ist, mussten insgesamt vier Kabel berücksichtigt werden nämlich Adapterkabel (AK), Strom-/Masse-Kabel (Stromkabel), Lenkradfernbedienungsinterface (IF), Interfaceadapterkabel (AKIF).

Entitäten für SP3 sind somit:

Entitäten: Rel <sub>SP3</sub>
Fahrzeug
ES
AK
Stromkabel
IF
AKIF
CR_Ort_Masse

Tabelle 6: Entitäten Rel<sub>SP3</sub>

Durch entsprechende Relationen entstand folgendes ERM:

Abbildung 21: ERM für Rel<sub>SP3</sub>

#### 4.4.1.3 Integration in ein Gesamtmodell

Nachdem in den vorangehenden Kapiteln die Datenmodelle für die drei Subproblembereiche getrennt dargestellt wurden, soll nun die Integration in ein Gesamtmodell für die in Kapitel 4.1.2 aufgestellte Problemdomäne erläutert werden.

Im Gesamtmodell werden alle Produkte unter der Entität *Produkte* zusammengefasst, die entsprechende Attribute wie *Artikelnummer* und *Produktname* enthält. Die Entität *Produkte* steht in Relation mit den Entitäten *Features*, *Description* und *Images* (cf. Anhang H). Durch diese Entitäten wird in der Datenbank die getrennte Verarbeitung und

Erweiterung von Texten über zusätzliche Produktfeatures und die Verwaltung von Produktabbildungen ermöglicht.

In die jeweilige Beziehung zwischen *Produkt* und Einbauort (*AL\_Ort\_Masse*, *Ant\_Ort\_Masse* bzw. *CR\_Ort\_Masse*) eines bestimmten Fahrzeugs spielt zudem die Entität *Einbauhinweis* mit hinein, da für einbaubare Produkte an einem Einbauort eventuell ein entsprechender Einbauhinweis berücksichtigt werden muss.

Die Entitäten *Produkte*, *Einbauhinweise* und *AL\_Ort\_Masse* bzw. *Ant\_Ort\_Masse* bzw. *CR\_Ort\_Masse* stehen über eine Relation (zum Beispiel *AL\_Ort\_AL*<sup>55</sup>) in Beziehung. Dieser Zusammenhang stellt sich im Gesamtmodell wie folgt dar:

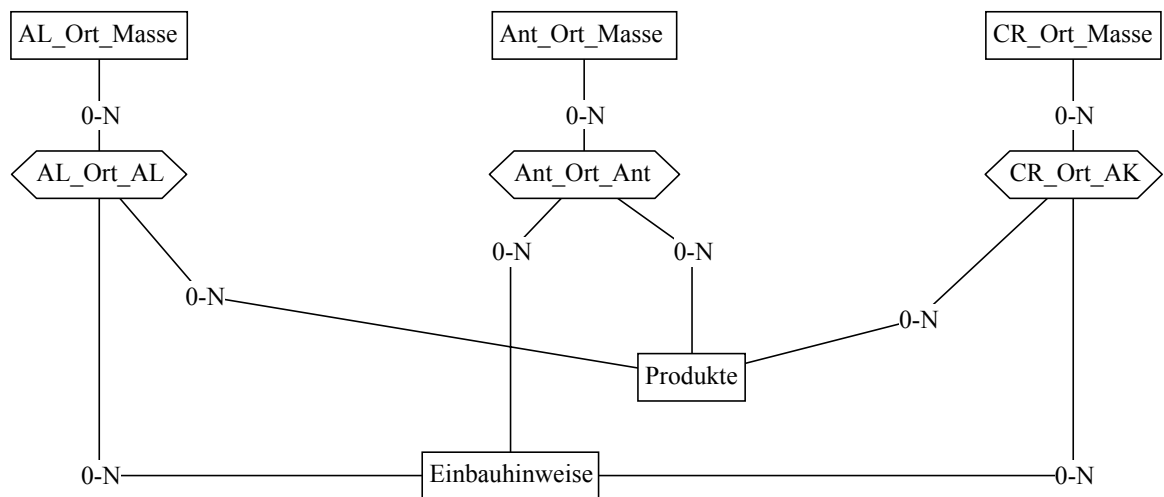


Abbildung 22: Ausschnitt aus dem Gesamtmodell

In der Relation *AL\_Ort\_AL* werden die Primärschlüssel der beteiligten Entitäten zusammengeführt. In der korrespondierenden Datenbanktabelle *AL\_Ort\_AL* könnte beispielsweise folgender Eintrag zu finden sein:

Tabellen_ID	Artikelnummer	Hinweisnummer	Kfz_Ort_ID
1	1111111111	8	4

Tabelle 7: Datenbank-Tabelle *AL\_Ort\_AL*

Die dahinter stehende Information lautet: In den Lautsprecher-Einbauort mit der Kfz\_Ort\_ID 4<sup>56</sup> passt das Produkt mit der Artikelnummer 1111111111 unter Berücksichtigung des Einbauhinweises mit der Hinweisnummer 8.

<sup>55</sup> Kurzschreibweise in Relationen für „...in den Lautsprecher-Einbauort passt der Lautsprecher...“.

<sup>56</sup> Diese ID steht für einen Einbauort eines bestimmten Fahrzeugs. Beispielsweise könnte die ID 4 für den Lautsprecher-Einbauort B des Fahrzeugs mit der FU\_Nr. 12 stehen.

Für das im Anhang zu findende Gesamtmodell wurde außerdem der Subproblembereich SP1 (Lautsprecher) um die Entität *Universal* erweitert, die die Angaben über Universalmaße eines Lautsprecher-Einbauortes beinhaltet. Sie steht - wie die Lautsprecher-Produkte selbst - mit *AL\_Ort\_Masse* in Relation. Die spätere getrennte Verwaltung und Ausgabe auf der Benutzeroberfläche rechtfertigte eine Extra-Entität.

Dieses Gesamtmodell und die darauf basierende EIKON-Datenbank stellen den deklarativen Teil der Wissensbasis mit den Entitäten als Wissensseinheiten des entwickelten WBS dar. Bei der Modellierung wurde darauf geachtet, dass die Verwaltung sowie das Hinzufügen bestimmter Einheiten ohne Probleme möglich sind.

In diesem ERM sind alle während der Wissenserhebung festgestellten Relationen deklarativ repräsentiert.

#### 4.4.2 Prozedurale Repräsentation von Regeln in PHP-Methoden

Aufbauend auf die im vorhergehenden Kapitel beschriebene deklarative Repräsentation in einem ERM werden Regeln in entsprechenden PHP-Methoden repräsentiert.

Dabei werden die formulierten Regeln durch Bedingungen als wesentliches Element von PHP ersetzt. Das Programm fällt mit Hilfe der Bedingung einfache Entscheidungen wie „Ja“ oder „Nein“. Ausdrücke, die in den Bedingungsbefehlen eingesetzt werden, müssen also logische Ausdrücke sein, damit das Ergebnis als *wahr* oder *falsch* interpretiert werden kann.

Da alle in dieser Arbeit beispielhaft angeführten Regeln in PHP-Methoden mit dem Befehl *if* ausgeführt werden, soll kurz<sup>57</sup> auf die Syntax eingegangen werden:

**if (\$fahrzeug = „VW“) echo „Ihr Kfz ist ein Volkswagen!“;**

Der Befehl besteht aus dem Schlüsselwort und dem in runden Klammern stehenden logischen Ausdruck. Wenn der Ausdruck *wahr* ist, wird der nachfolgende Befehl oder Befehlsblock<sup>58</sup> ausgeführt. Ist der Ausdruck *falsch*, wird das Programm mit dem nächsten Befehl oder Block fortgesetzt.

Der Befehl *if* kann durch einen *else*-Befehl ergänzt werden. Der Inhalt eines *else*-Blocks wird ausgeführt, wenn der logische Ausdruck bei *if* Falsch ist. *If* und *else* lassen sich beliebig oft miteinander verschachteln.

---

<sup>57</sup> Eine umfassende Einführung in PHP gibt (Krause 2000).

<sup>58</sup> Ein Block kann mehrere Befehle umfassen und wird von geschweiften Klammern umfasst.

Beispielhaft wird im Folgenden Kapitel die Repräsentation von zwei Regeln dargestellt.

#### 4.4.2.1 Repräsentation der Regel $R_{\text{Kfz-Bestimmung}}$

<b><math>R_{\text{Kfz-Bestimmung}}</math>:</b>	
WENN	Angaben über das Baujahr vorhanden sind,
DANN	verwende Hersteller, Modell und Baujahr zur Kfz-Bestimmung.
WENN	keine Angaben über das Baujahr vorhanden sind,
DANN	verwende Hersteller, Modell und Baureihe zur Kfz-Bestimmung.

Alle Informationen über einbaubare Produkte sind im Datenmodell derzeit von einem konkreten Fahrzeug bzw. den Attributen eines Produkteinbauortes abhängig.

Der Primärschlüssel der Entität *Fahrzeug* ist die Fahrzeuguntersuchungsnummer (*FU\_Nr*). Sie wird als Fremdschlüssel dazu verwendet einbaubare Produkte einem Einbauort und den Einbauort wiederum einem Fahrzeug zuzuordnen.

Im Konfigurationssystem wird deshalb unter Berücksichtigung der Regel  $R_{\text{Kfz-Bestimmung}}$  zunächst über drei Angaben des Benutzers die zu den Angaben gehörige *FU\_Nr* bestimmt.

Zu der Kombination *Hersteller* = „Audi“, *Modell* = „A4“ und *Baujahr* = „11/00“ gehört beispielsweise die *FU\_Nr* 6, über welche alle weiteren Informationen durch entsprechende Methoden aus der Datenbank selektiert werden.

Die Bereitstellung dynamischen Wissens zur Kfz-Bestimmung durch den System-Benutzer findet über entsprechende Eingabemöglichkeiten einer grafischen Benutzeroberfläche statt und gliedert sich in folgenden näher zu betrachtenden Ablauf:

1. Die PHP-Methode *Herstellerliste()* gibt alle Hersteller aus.
2. Der Benutzer wählt aus der Auswahlliste den Hersteller seines Kfzs.
3. Die PHP-Methode *Modellliste()* bestimmt alle zu diesem Hersteller gehörigen Modelle in der Datenbank und gibt sie aus.
4. Der Benutzer wählt das Modell aus.
5. Die PHP-Methode *Baujahr\_Baureihe()* liest die entsprechenden Einträge aus der Datenbank aus. In einer *if-else*-Verzweigung wird  $R_{\text{Kfz-Bestimmung}}$  verarbeitet, so dass für einen leeren Eintrag (NULL) in der Spalte Baujahr statt des Baujahrs der entsprechende Wert der Baureihe verwendet wird.

Im einzelnen sehen die PHP-Methoden wie folgt aus:

Zu 1.: Für die Auswahl und Ausgabe der Herstellerliste wird eine übliche SQL-Anweisung in PHP integriert und an die Datenbank gesendet:

```
function Herstellerliste()
{
$linkid = connect($db);
$abfrage = "SELECT DISTINCT Hersteller FROM Fahrzeug ORDER BY Hersteller
ASC";
$ergebnis = mysql_query($abfrage, $linkid);
$arrHerst = array();
while (is_array($data = mysql_fetch_array($ergebnis, MYSQL_ASSOC)))
{
    array_push($arrHerst, $data);
}
mysql_close($linkid);
}
```

Zu 2. und 3.: Der Benutzer wählt den Hersteller aus und die Auswahl wird in der Sessionvariable \$herst gespeichert.

Im nächsten Schritt wird die Methode für die Auswahl der zum Hersteller gehörigen Modelle aufgerufen:

```
function Modellliste
{
if ($herst != "")
{
    $linkid = connect($db);
$abfrage = "SELECT DISTINCT Modell FROM Fahrzeug WHERE Hersteller =
\"".$herst."\" ORDER BY Modell ASC";
$ergebnis = mysql_query($abfrage, $linkid);
$arrModell = array();
while (is_array($data = mysql_fetch_array($ergebnis, MYSQL_ASSOC)))
{
    array_push($arrModell, $data);
}
mysql_close($linkid);
}
}
```

Zu 4. und 5.: Nachdem der Benutzer auch das Modell gewählt hat und die Auswahl der Variablen \$mod zugewiesen wurde, wird zunächst parallel zu den Methoden *Hersteller()* und *Modell()* die Methode *Baujahr\_Baureihe()* aufgerufen, die wie folgt aussieht:

```
function Baujahr_Baureihe()
{
if ($herst != "" && $mod != "")
{
    $linkid = connect($db);
    $abfrage =
"SELECT Baujahr, Baureihe FROM Fahrzeug WHERE Modell = ''.$mod.'''";
    $ergebnis = mysql_query($abfrage, $linkid);
    $arrBau = array();
    while (is_array($data = mysql_fetch_array($ergebnis, MYSQL_ASSOC))) {
        array_push($arrBau, $data);
    }
    mysql_close($linkid);
}
}
```

In dem Array \$arrBau werden alle Einträge für Baureihe und Baujahr gespeichert. Beim Auslesen des Arrays findet dann entsprechend  $R_{Kfz-Bestimmung}$  die Überprüfung in der *if-else*-Verzweigung statt, ob das Datenfeld *Baujahr* gefüllt (NOTNULL) oder leer (NULL) ist:

```
for ($i=0; $i<count($arrBau); $i++)
{
if ($arrBau[$i]['Baujahr'] != NULL)
$temp = $arrBau[$i]['Baujahr'];
else if ($arrBau[$i]['Baureihe'] != NULL)
    $temp = $arrBau[$i]['Baureihe'];
// Verarbeitung der $temp-Variable (die den Wert Baureihe oder Baujahr enthält) in der
// HTML-Ausgabe als Drop-Downliste
// (...)
}
```

Ist der Datensatz aus dem Feld *Baujahr* NOTNULL, wird der entsprechende Wert einer \$temp-Variable zugewiesen. Falls er keinen Eintrag enthält, wird der Schleifenteil ab „else“ ausgeführt: Der Eintrag aus dem Feld *Baureihe* wird in die \$temp-Variable geschrieben.

#### 4.4.2.2 Repräsentation der Regel $R_{SP3}$

<b><math>R_{SP3}</math>:</b>	
WENN	für ein Kfz ein Adapterkabel mit integrierter Stromversorgung („Kombikabel“) empfohlen werden kann,
DANN	lautet die Einbauempfehlung: Adapterkabel.
WENN	für ein Kfz nur ein einfaches Adapterkabel ohne Stromversorgung empfohlen werden kann, weil kein „Kombikabel“ für dieses Kfz vorhanden ist,
DANN	lautet die Einbauempfehlung: Adapterkabel <i>und</i> Stromkabel.

Auch diese Regel wird in einer PHP-Methode mit *if*-Anweisung repräsentiert.

Die Repräsentation der Regel gliedert sich dabei in drei Teile:

1. Es wird überprüft, ob es sich bei dem zum Radio-Einbauort eines bestimmten Fahrzeugs gehörigen Adapterkabel um ein einfaches Adapterkabel oder um ein kombiniertes Adapterkabel mit integrierter Stromversorgung („Kombikabel“ mit Artikelnummer 777777777) handelt.
2. Wenn es sich um das „Kombikabel“ handelt, wird die Artikelnummer der Variable *\$kombikabel* zugewiesen und als Empfehlung ausgegeben.
3. Wenn es sich nicht um das „Kombikabel“ handelt, wird die Artikelnummer einer Variable *\$adapterkabel* zugewiesen und zu der *FU\_Nr* wird zusätzlich über die Tabelle *CR\_Ort\_Strom* die Artikelnummer des zugehörigen Stromkabel selektiert und der Variable *\$stromkabel* zugewiesen.

Der Ablauf für ein Fahrzeug mit der *CR\_Ort\_ID* 555<sup>59</sup> sieht in PHP wie folgt aus:

Zunächst wird aus der Tabelle *CR\_Ort\_AK* die Artikelnummer des Adapterkabels selektiert:

```
$ergebnismenge=
mysql_query("select * from CR_Ort_AK where CR_Ort_ID='555' ");
$ergebnis= mysql_result($ergebnismenge, "Art_Nr");
```

Zu 1.: Im ersten Schritt wird nun überprüft ob es sich bei der empfohlenen Artikelnummer um ein Kombikabel handelt.

```
if ($ergebnis == „777777777“)
```

<sup>59</sup> Diese Identifikationsnummer steht für den Radio-Einbauort eines konkreten Fahrzeugs. Hinter der Beispiel-ID könnte u.a. der ausgemessene Radio-Einbauort eines VW-Golf IV stecken.



Zu 2.: Ist dies der Fall, wird die Artikelnummer der Variablen *\$kombikabel* zugewiesen und die entsprechende Empfehlung generiert:

```
{  
    $kombikabel=$ergebnis;  
    //Ausgabe der Empfehlung, zum Beispiel:  
    echo "Für den Anschluss des Radios benötigen Sie lediglich das Adapterkabel mit der  
    Artikelnummer $kombikabel !";  
}
```

Zu 3.: Für den Fall, dass es sich nicht um das Kombikabel handelt, muss entsprechend  $R_{SP3}$  zusätzlich zum Adapterkabel das entsprechende Stromkabel aus der Tabelle *CR\_Ort\_Strom* selektiert und ausgegeben werden:

```
else  
{  
    $ergebnismenge2= mysql_query("select * from CR_Ort_Strom where  
    CR_Ort_ID='555' ");  
    $stromkabel= mysql_result($ergebnismenge, "Art_Nr");  
    //Ausgabe der beiden Kabelempfehlungen, zum Beispiel:  
    echo " Für den Anschluss des Radios benötigen Sie das Adapterkabel mit der  
    Artikelnummer $adapterkabel sowie ein zusätzliches Kabel für die Strom  
    /Masse-Versorgung mit der Artikelnummer $stromkabel !";  
}
```

Die Repräsentation von  $R_{SP3}$  lässt sich auch auf andere Teile von SP3 übertragen, da auch die übrigen Abhängigkeiten des Kabelzubehörs untereinander in Regeln formulierbar und in entsprechenden PHP-Methoden mit *if-else*-Überprüfungen repräsentierbar sind.

# 5 Der Knowledge Engineering Prozess bei der Blaupunkt GmbH: Rückblick und Perspektiven

Bevor die Arbeit durch ein Fazit abgeschlossen wird, sollen in diesem vergleichsweise kurzen Kapitel die Probleme im Knowledge Engineering Prozess zusammengestellt und mögliche Lösungsansätze insbesondere bei der Fortführung des EIKON-Projekts angeboten werden. Außerdem werden Möglichkeiten der Systemerweiterung vorgestellt.

## 5.1 Probleme und Lösungsansätze

Folgende Probleme und Lösungsansätze können im Rückblick bei der WBS-Entwicklung formuliert werden:

- Durch die zeitliche Begrenzung und den Ansatz des Rapid Prototyping war das Knowledge Engineering Team häufig gleichzeitig mit der Wissensinterpretation und der Repräsentation im System beschäftigt. Obwohl ein gewisser Grad an Parallelität erwünscht und unumgänglich ist, hätten sich bei einer teilweisen Trennung von Analyse und Repräsentation Interpretationsfehler nicht direkt auf die Implementierung ausgewirkt.

**Lösungsansatz:** Bisher hatte die möglichst schnelle Fertigstellung eines Prototypen im Sinne des Rapid Prototyping Priorität. In sich anschließenden Projektphasen könnte über eine phasenweise schärfere Trennung von Erhebung, Analyse und Repräsentation nachgedacht werden. Wird für die Phase der Wissenserhebung in neuen Problemdomänen und die Wissensanalyse mehr Zeit aufgewendet, kann unter Umständen von einer reibungsfreieren kürzeren Phase der Repräsentation ausgegangen werden.

- Durch die frühzeitig notwendige<sup>60</sup> Festlegung von Wissensrepräsentationsformalismen wurden alternative Möglichkeiten nur ansatzweise in Betracht gezogen.

---

<sup>60</sup> Bestimmte Technologien wie die relationale Datenbank waren von der Blaupunkt GmbH vorgegeben.

**Lösungsansatz:** Es wird bereits eine Hybridform der Wissensrepräsentation verwendet. Für die Fortführung des Projekts wird die Evaluierung weiterer Repräsentationsformen nahe gelegt.

- Keines der Teammitglieder hatte zu Projektbeginn Vorwissen über Zusammenhänge aus der Car Multimedia Branche. Somit musste zunächst notwendiges Metawissen zum Verständnis von komplizierten Strukturen erhoben werden.

**Lösungsansatz:** Im Knowledge Engineering Team könnte ein Mitglied mit Affinität zur Car Multimedia Branche arbeiten.

- Fehlendes Terminologie-Wissen musste in Fachexperten-Interviews zu Projektbeginn erfragt und erlernt werden. Die dafür notwendige Interview-Zeit hätte für die Erhebung komplexerer Zusammenhänge verwendet werden können.

**Lösungsansatz:** Bei der Fortführung des EIKON-Projekts durch eine neu zusammengestellte Projektteam wird eine frühzeitige Produktschulung empfohlen, so dass grundlegendes Terminologie-Wissen nicht erst erhoben werden muss.

- Die Möglichkeit der Expertenbeobachtung bei einer Fahrzeuguntersuchung fand in einer relativ späten Projektphase statt. Obwohl dennoch viele neue Zusammenhänge geklärt werden konnten, hätte die Beobachtung zu einem früheren Zeitpunkt das aufwendige Erfragen komplexen Problemlösungswissens in Interviews zu großen Teilen unnötig gemacht.

**Lösungsansatz:** Auch eine Expertenbeobachtung sollte für ein neues Projektteam möglichst frühzeitig und parallel zur Produktschulung angesetzt werden. Weitere Teilnahmen an Fahrzeuguntersuchungen im Verlauf des Projekts sind zur Bestätigung und Vertiefung von Wissen aus Interviews ratsam.

## 5.2 Systemerweiterungsmöglichkeiten

Viele WBS enthalten neben den im EIKON-System vertretenen Komponenten Wissensbasis und Dialogkomponente zwei weitere Bestandteile:

- Wissensakquisitionskomponente
- Inferenzkomponente

Eine Erweiterung des Systems um diese beiden Module ist möglich, wie in diesem Kapitel gezeigt werden soll:

### 5.2.1 Wissensakquisitionskomponente

Bei den bisherigen Betrachtungen des entwickelten WBS wurde unterstellt, dass das Wissen des Experten mit Hilfe geeigneter Beschreibungsmethoden problemlos erfasst und gespeichert werden kann. Insbesondere die Erweiterung der Wissensbasis um neues Wissen und die Aktualisierung sind bisher allerdings nur sehr aufwendig möglich.<sup>61</sup>

Die Programmierung einer Eingabeschnittstelle für die Datenbank ist jedoch geplant und wird in Zukunft die Aktualisierung und Erweiterung des deklarativen Teils der Wissensbasis ermöglichen.

Auch die Erweiterung des prozeduralen Teils der Wissensbasis - zum Beispiel um neue Regeln - ist möglich, indem ein entsprechendes PHP-Skript<sup>62</sup> um neue Methoden ergänzt wird.

### 5.2.2 Inferenzkomponente

Durch eine Inferenzkomponente soll sich ein WBS „intelligent“ verhalten können, d.h. aus dem in der Wissensbasis repräsentierten Wissen kann das System Schlüsse (Inferenzen) ziehen und neues Wissen generieren. Ein einfaches Beispiel für die Arbeitsweise einer Inferenzkomponente ist die so genannte Schlussregel des „Modus ponens“ (cf. Gabriel 1992:46), die besagt:

„Wenn die Aussage p als wahr bekannt ist und die Regel gilt: ‚Wenn die Aussage p wahr ist, dann ist auch die Aussage q wahr‘, dann können wir daraus schließen, dass auch die Aussage q wahr ist.“

Die Schaffung einer Inferenzkomponente ist für das Hinzufügen neuer Wissensseinheiten in das EIKON-System sinnvoll:

In der Wissensbasis des EIKON-Systems sind u.a. Angaben über die Lautsprecher-Einbauorte eines konkreten Fahrzeugs als *maximaler Durchmesser* und *maximale Einbautiefe* in einer Tabelle *Universalmaße* abgelegt. Vorstellbar ist folgendes Szenario:

---

<sup>61</sup> Das Hinzufügen neuer Datensätze wird zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit über das Datenbankadministrationstool PHPmyAdmin gelöst.

<sup>62</sup> Regel-verarbeitende Methoden befinden sich in einem eigenen PHP-Skript *functions.php*.

- Von der Blaupunkt GmbH wird ein neuer Lautsprecher  $l$  entwickelt. Es soll herausgefunden werden, in welche Fahrzeuge das Produkt passt.
- Über eine Dialogkomponente des WBS gibt der Blaupunkt-Mitarbeiter den Produkt-Durchmesser  $d$  und die Tiefe  $t$  des neuen Lautspechers  $l$  ein.
- Eine Inferenzkomponente gleicht die eingegebenen Daten mit Wissensseinheiten der vorhandenen deklarativen Wissensbasis ab. Es gilt die Regel:
- WENN *Durchmesser* eines Lautsprecher-Einbauorts  $le$  an Fahrzeug  $f \geq d$  UND *Tiefe* des gleichen Einbauorts  $\geq t$

DANN Einbauempfehlung: In Fahrzeug  $f$  passt Produkt  $l$  an Einbauort  $le$ .

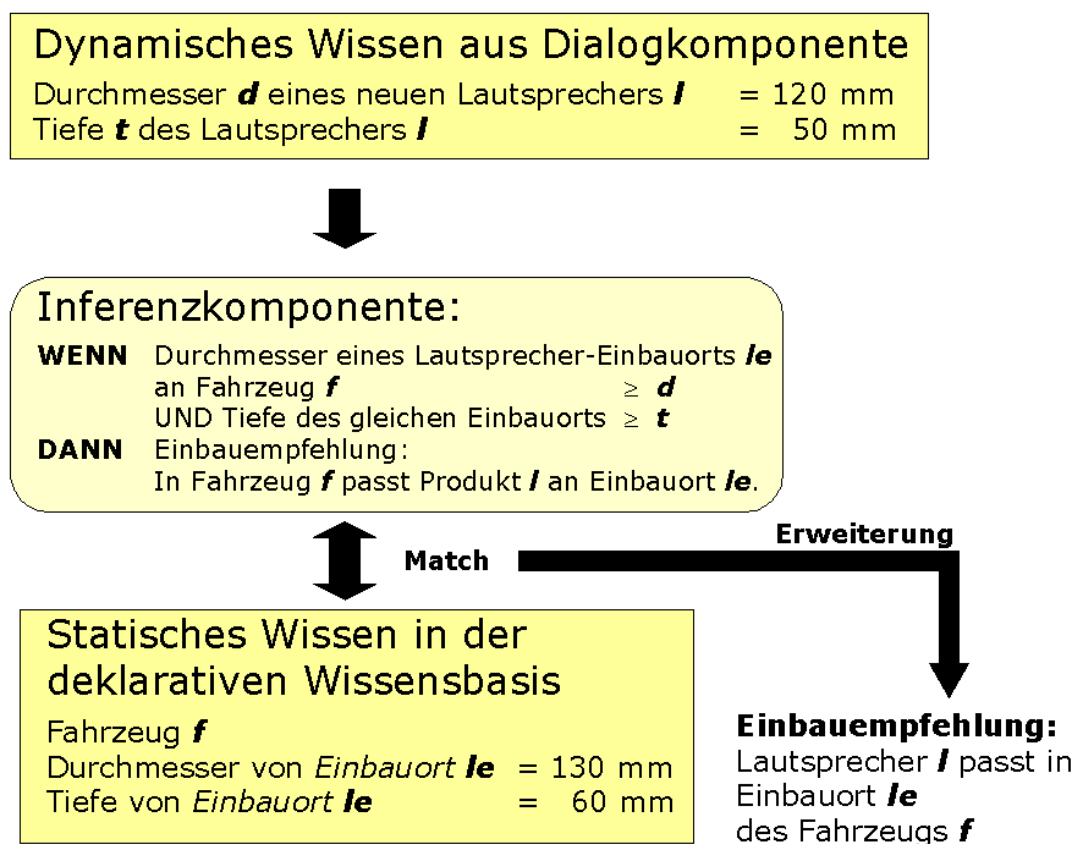


Abbildung 23: Mögliche Inferenzkomponente zur Erweiterung der Wissensbasis

Durch die Inferenzkomponente wird die Prämisse der Regel mit dem statischen Wissen der Wissensbasis verglichen (Match-Vorgang). Ist die Prämisse erfüllt, wird die Konklusion der Regel als neue Wissensseinheit in die Wissensbasis eingetragen.

Neben den genannten Erweiterungsmöglichkeiten des Systems sind Erweiterungen um weitere Dialogkomponenten geplant und bereits konzeptuell berücksichtigt.

## 6 Fazit

In dieser Arbeit wurde der Knowledge Engineering Prozess bei der Entwicklung eines WBS von der Wissenserhebung über die Wissensanalyse bis hin zur Wissensrepräsentation sowohl theoretisch, als auch praktisch am Beispiel des EIKON-Projekts betrachtet.

Es konnte gezeigt werden, dass insbesondere die Auswahl geeigneter Methoden zur Wissenserhebung, die genaue Analyse der Erhebungsergebnisse und die ständige Rückkopplung mit einem Fachexperten in allen Projektphasen die Voraussetzungen für den erfolgreichen Ablauf des Knowledge Engineering sind.

Darüber hinaus ist es für das Gelingen derartiger Projekte von großer Bedeutung, die Repräsentationsformen des relevanten Wissens dem jeweiligen Problembereich anzupassen. Von Vorteil kann es hierbei sein, wie es sich auch beim EIKON-Projekt bewährte, je nach Wissensform auch verschiedene Alternativen der Wissensbereitstellung im Sinne einer Hybridlösung anzuwenden.

Bezüglich der Domäne ist darauf zu achten, diese möglichst klein zu halten, bzw. zu große Probleme in möglichst viele Teilprobleme zu zerlegen, um eine reibungslose und effektive Arbeit des Systems zu gewährleisten.

Unter Berücksichtigung dieser dargestellten Kriterien bei der Implementierung eines WBS kann dieses eine durchaus funktionale und sinnvolle Möglichkeit sein, das Wissen eines Experten über einen abgegrenzten Problembereich zu speichern und auf diese Weise auch Nicht-Experten zugänglich zu machen.

Ersetzbar wird ein Experte dadurch nicht; selbst dann nicht, wenn man davon ausgeht, dass die Verfahrensweisen des Knowledge Engineering Prozesses zukünftig weiter optimiert werden, und somit für WBS ein breiteres Einsatzspektrum denkbar erscheint.

Gerade für komplexere Fragen wird man auch weiterhin jemanden fragen müssen, „der sich mit so was auskennt.“



# Literaturverzeichnis

**[Bachem 1994]:** Bachem, Joachim (1994): *Vorgehensmodelle für die Entwicklung wissensbasierter Systeme: Empirische Untersuchung der auf er Grundlage systematischer Vorgehensmodelle durchgeführten Gestaltung wissensbasierter Systeme*. Universität Köln: Dissertation. Eul Verlag: Bergisch Gladbach.

**[Barstow et al 1983]:** Barstow, David et al.: *Constructing an Expert System*. IN: Hayes-Roth, F. Lenat, D. B./Waterman, D. A. (Eds.)(1983): *Building Expert Systems*. Addison-Wesley Publishing: Reading et al. S. 127-167.

**[Bibel/Elver/Schneeberger 1990]:** Bibel, W./Elver, E./Schneeberger, J.: *Representation of Knowledge*. IN: Adeli, Hojjat (Ed.) (1990): *Knowledge Engineering*. Vol. I, Fundamentals. McGraw-Hill Publishing: New York et al.

**[Bölscher/Curth/Raschke 1991]:** Bölscher, A./Curth, M./Raschke, B.( 1991): *Entwicklung von Expertensystemen*. Carl Hanser Verlag: München/Wien.

**[Carlisle Scott/Clayton/Gibson 1991]:** Carlisle Scott/Clayton, J. E./Gibson, E. L. (1991): *A Practical Guide to Knowledge Acquisition*. Addison-Wesley Publishing: Reading et al.

**[Feigenbaum/McCorduck 1984]:** Feigenbaum, E. A./McCorduck, P. (1984): *Die fünfte Computer-Generation*. Künstliche Intelligenz und die Herausforderung Japans an die Welt. Birkhäuser Verlag: Basel, Boston, Stuttgart.

**[Fritze/Marsch 1999]:** Fritze, Jörg/Marsch, Jürgen (1999): *Erfolgreiche Datenbankwendungen mit SQL. Effiziente Wege und zielführendes Know-how für den professionellen Einsatz*. 5. überarbeitete Auflage. Vieweg Verlag: Braunschweig/Wiesbaden.

**[Gabriel 1992]:** Gabriel, Roland (1992): *Wissensbasierte Systeme in der betrieblichen Praxis*. McGraw-Hill Publishing: New York et al.

**[Greenwell 1988]:** Greenwell, Mike (1988): *Knowledge Engineering for expert systems*. Ellis Horwood: Chichester.

**[Harmon/King 1989]:** Harmon, P./King, D. (1989): *Expertensysteme in der Praxis. Perspektiven, Werkzeuge, Erfahrungen*. 3. aktualisierte und ergänzte Auflage. Oldenbourg Verlag: München/Wien.

**[Hart 1992]:** Hart, Anna (1992): *Knowledge Acquisition for expert systems*. McGraw-Hill Publishing: New York et al.

**[Haun 2000]:** Haun, Matthias (2000): *Wissensbasierte System. Eine praxisorientierte Einführung*. Expert Verlag: Renningen.

**[Hayes-Roth/Lenat/Waterman 1983]:** Hayes-Roth, F./Lenat, D. B./Waterman, D. A.: *An Overview of Expert Systems*. IN: Hayes-Roth, F./Lenat, D. B./Waterman, D. A. (Eds.)(1983): *Building Expert Systems*. Addison-Wesley Publishing: Reading et al. S. 3-29.

**[Hennings 1989]:** Hennings, Ralf-Dirk: *Informations- und Wissensverarbeitung: Theoretische Grundlagen Wissensbasierter Systeme*. IN: Balzert, Helmut (1989): *Mensch Computer Kommunikation 6*. de Gruyter: Berlin.

**[Herrmann 1997]:** Herrmann, Jürgen (1997): *Maschinelles Lernen und wissensbasierte Systeme. Systematische Einführung mit praxisorientierten Fallstudien*. Springer-Verlag: Berlin et al.



- [Karch/Linster 1990]:** Karch, W./Linster M.: *Wissensakquisition für Expertensysteme: Techniken, Modelle und Softwarewerkzeuge*. Carl Hanser Verlag: München/Wien.
- [Kidd 1987]:** Kidd, Alison L (Ed.) (1987): *Knowledge Acquisition for Expert Systems. A Practical Handbook*. Plenum Press: New York, London.
- [Krause 2000]:** Krause, Jörg (2000): *PHP4 Grundlagen und Profiwissen. Webserver-Programmierung unter Windows und Linux*. Carl Hanser Verlag: München/Wien.
- [Kuhlen 1999]:** Kuhlen, Rainer (1999): *Die Konsequenzen von Informationsassistenten. Was bedeutet informationelle Autonomie oder wie kann Vertrauen in elektronische Dienste in offenen Informationsmärkten gesichert werden*. Suhrkamp Verlag. Frankfurt am Main.
- [Kunde 1992]:** Kunde, Norbert: *Eine Methodologie und ein Werkzeug zur Wissensakquisition für Aufgaben der Prozesssteuerung*. Technische Hochschule Leipzig: Dissertation.
- [Kurbel 1989]:** Kurbel, Karl (1989): *Entwicklung und Einsatz von Expertensystemen. Eine anwendungsorientierte Einführung in wissensbasierte Systeme*. Springer-Verlag: Berlin et al.
- [Nebendahl 1990]:** Nebendahl, Dieter (1990) (Hrsg.): *Expertensysteme. Teil 1 Einführung in Technik und Anwendung*. 2. Auflage. Siemens Aktiengesellschaft: Berlin/München.
- [Nikolopoulos 1997]:** Nikolopoulos, Chris (1997): *Expert Systems. Introduction to First and Second Generation and Hybrid Knowledge Based Systems*. Marcel Dekker Inc.: New York/Basel/Hong Kong.
- [Plank 2003]:** Plank, Margret (2003): *Visualisierung gebrauchstauglicher Benutzeroberflächen am Beispiel eines Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH*. Magisterarbeit, Universität Hildesheim, Fachbereich III - Informations- und Kommunikationswissenschaften
- [Quint 2003]:** Quint, Gesine (2003): *Benutzerzentriertes Design bei der Implementierung eines web- und datenbankbasierten Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH*. Magisterarbeit, Universität Hildesheim, Fachbereich III - Informations- und Kommunikationswissenschaften
- [Roehl 2002]:** Roehl, Heiko (2002): *Organisationen des Wissens. Anleitung zur Gestaltung*. Klett-Cotta: Stuttgart.
- [Schneider 1994]:** Schneider, Elke (1994): *Der Prozess der Wissensakquisition und seine Integration in den Expertensystem-Entwicklungsprozess*. Universität Köln: Dissertation. Eul Verlag: Bergisch Gladbach.
- [Spielberger 1989]:** Spielberger, Waltraud: *Techniken für Expertensysteme*. IN: Nebendahl, Dieter (1989) (Hrsg.): *Expertensysteme. Teil 2 Erfahrungen aus der Praxis*. Siemens Aktiengesellschaft: Berlin/München. S.7.
- [Waterman 1986]:** Waterman, Donald Arthur (1986): *A guide to expert systems*. Addison-Wesley: Reading et al.
- [Probst/Raub/Romhardt 1999]:** Probst, Gilbert/Raub, Steffen/Romhardt, Kai (1999): *Wissen Managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. 3. Auflage. Gabler: Wiesbaden.

### Online-Quellen (Verifizierungsdatum der URLs: 15. März 2003):

**[Blum 2000]:** Blum, Björn (2000): *Online Konfiguration von Produkten mit regelbasierten Expertensystemen.*

<http://www.wi.uni-muenster.de/wi/lehre/sel/ws00-01/Referate/Blum.pdf>

**[Bolte et al. 1991]:** Bolte, Christine et al. (1991): *Erfahrungen bei der Entwicklung eines Informationssystems auf RDBMS- und 4GL-Basis. Arbeitsbericht.*

<http://www.wi.uni-muenster.de/inst/arbber/ab01.pdf>

**[Schneider/Voss 2000]:** Schneider, B./Voss, A. (2000): *KI in der betrieblichen Anwendung.* Vorlesungsskript am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Interorganisationssysteme.

<http://www.wi.uni-muenster.de/wi/lehre/wbs/ss00/>

**[Wachsmuth 2001]:** Wachsmuth, Ipke: *Methoden der künstlichen Intelligenz. Kurztext: Einführung in Expertensysteme.*

[http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/wbski/lehre/digiSA/Methoden\\_der\\_KI/WS0102/Kurztext\\_zuXPS.pdf](http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/wbski/lehre/digiSA/Methoden_der_KI/WS0102/Kurztext_zuXPS.pdf)

**[Wagner 1993]:** Wagner, Peter: *Wissensakquisition für Expertensysteme.*

<http://www.weihenstephan.de/ui/veroeff/veroe42.htm>

**[jobware 2002]:** *Berufe im Trend - IT-Beruf Knowledge Engineer.*

<http://www.jobware.de/ra/bit/it/kno/1.html>

### Weitere Quellen:

**[Holz 2003]:** Holz, Harald (Universität Kaiserslautern) (24.02.2003, 18.00-20.00 MEZ): *Softwareprozess-Orientiertes Wissensmanagement.* Vortrag im Rahmen des Kolloquiums Informationstechnik. Institut für Mathematik und Angewandte Informatik. Universität Hildesheim.



# Anhang A: Projektdokumentation

## Entwicklung eines web- und datenbankbasierten Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH

**Betreuer Universität Hildesheim:**

Prof. Dr. Christa Womser-Hacker

Dr. Thomas Mandl

**Projektbetreuer Blaupunkt GmbH:**

Guido Hellmer, Internet-Manager

Gerhard Hofmeister, Produktmanager

**Projektteilnehmer:**

Margret Plank

Gesine Quint

Steffen Weichert

# **Projektdokumentation**

## **1 Inhalt und Ziel des Projektes**

## **2 Projektdurchführung**

### **2.1 Arbeitsform**

### **2.2 Zeitlicher Ablauf: Tabelle**

### **2.3 Istzustand**

## **3 Datenmodellierung und Implementierung der Datenbank**

## **4 Konzeption und Design der Benutzerschnittstellen**

## **5 Implementierung der Endkundenoberfläche**

## **6 Systemaufbau und Systembeschreibung**

## **7 Ausblick**

## **1 Inhalt und Ziel des Projektes**

Das Magisterarbeitsprojekt EIKON (EinbauKONfigurationssystem) ist eine Kooperation der Universität Hildesheim und der Blaupunkt GmbH. Projektinhalt ist die Entwicklung eines web- und datenbankbasierten Prototypen für ein interaktives Konfigurationssystem, das in den Blaupunkt-Webauftritt beziehungsweise in die Bosch DV-Organisation integriert werden soll.

Das System enthält Informationen über das komplette Blaupunkt Zubehör (zum Beispiel. Lautsprecher, Einbausätze, Antennen etc.) und stellt fahrzeugspezifische Einbauempfehlungen zur Verfügung. Auf Basis der während einer Fahrzeuguntersuchung ermittelten Daten werden Einbauempfehlungen generiert, die bisher als Printversion vorlagen. Diese wird durch ein elektronisches Empfehlungssystem, das EIKON-System, ersetzt.

Parallel zur praktischen Umsetzung des Systems werden im Projekt Kenntnisse und Methoden aus informationswissenschaftlichen Forschungsgebieten, wie Informations- und Interaktionsdesign, Mensch-Maschine-Interaktion, Datenmodellierung, Visualisierungstechniken, Wissensmanagement und -akquisition angewendet.

### **Das EIKON-Projekt hat die folgenden Ziele:**

- Eine Substitution der Printversion des Einbauempfehlungskatalogs und eine effizientere Informationsdistribution für externe (Endkunde, Händler) und interne (Technische Hotline, Production Center, etc.) Benutzer spart Kosten ein.
- Das dynamische System führt unter anderem aufgrund hoher Aktualität zu einer stärkeren Händler- und Endkundenbindung.
- Die Erweiterbarkeit um Warenkorb, Preislisten und Electronic Cash Modul ermöglicht eine E-Commerce Lösung.
- Die zentrale Haltung aller fahrzeugspezifischen Daten wird ermöglicht.
- Die bisher analog in Word-Dokumenten gespeicherten Daten der Fahrzeuguntersuchung werden inklusive erstellter Grafiken digitalisiert und in einer Datenbank archiviert.
- Die webbasierte Lösung ermöglicht eine orts- und zeitunabhängige Ein- und Ausgabe der Fahrzeuguntersuchungsdaten.

## Ein- und Ausgabeschnittstellen von EIKON

Nachdem Projekthinhalte und -ziele erläutert wurden, soll an dieser Stelle eine grobe Übersicht über EIKON unter Berücksichtigung der Ein- und Ausgabeschnittstellen gegeben werden.

Das Backend des Systems bildet eine relationale Datenbank, die mit Daten aus der Fahrzeuguntersuchung und aus externen Quellen (Produktdatenbank) gefüllt wird. Weiterhin ist die Anbindung mehrerer Benutzerschnittstellen vorgesehen. Diese Frontends unterteilen sich in eine Eingabeschnittstelle für die Techniker (Fahrzeuguntersuchung) und verschiedene Benutzerschnittstellen - für den Endkunden im Internet, für den Händler im Extranet und für den Kundensupport, den Vertrieb und die Entwicklung im Intranet. Im EIKON-Projekt wurden bisher die in der folgenden Grafik orange hervorgehobenen Bereiche realisiert.

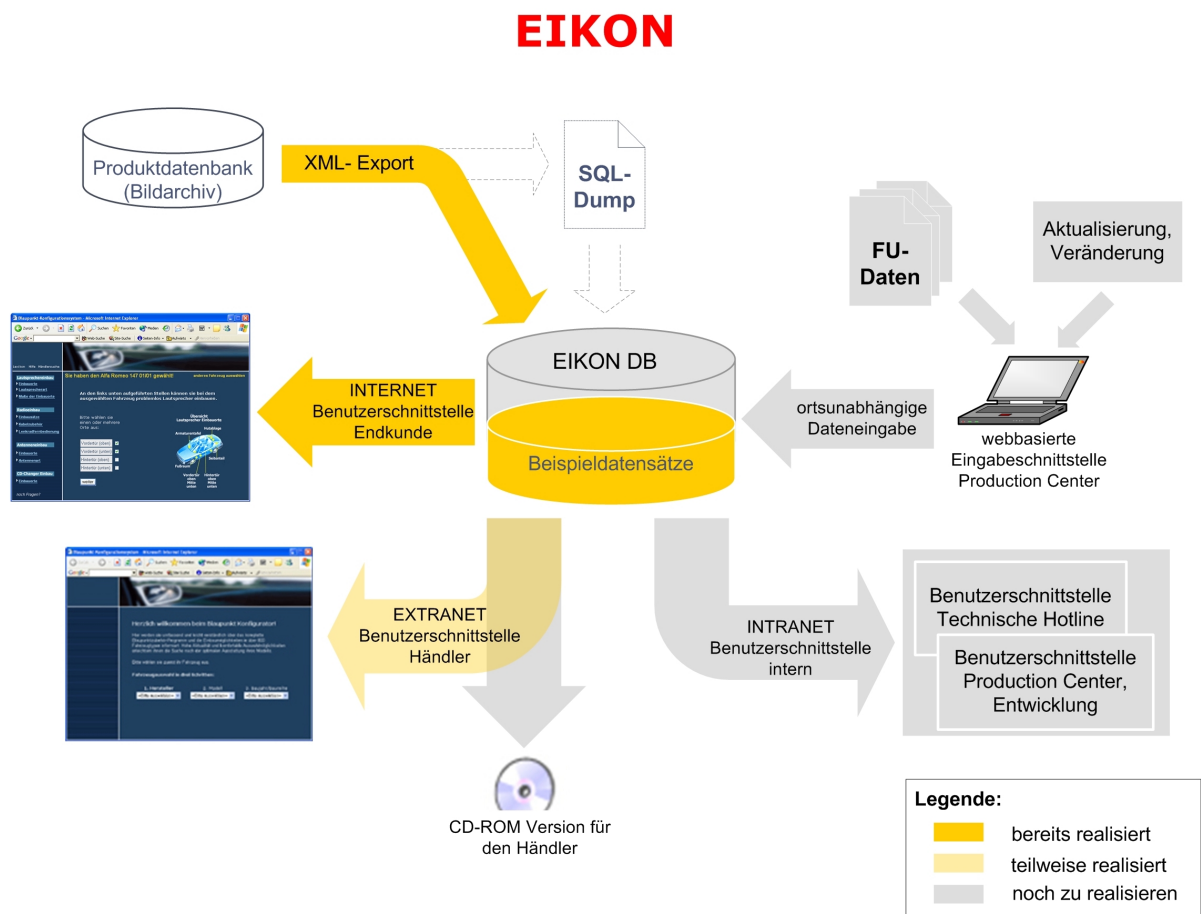


Abbildung 1: Das EIKON-Projekt: die Ein- und Ausgabeschnittstellen

## 2 Projektdurchführung

Durch Experteninterviews, Teilnahme an einer Fahrzeuguntersuchung und Analyse der Artefakte, wie dem Einbauempfehlungskatalog, der Fahrzeuguntersuchungsbögen, verschiedener Kataloge und Kompatibilitätslisten haben sich die Projektteilnehmer zunächst in das Fachgebiet eingearbeitet und den vorläufigen Istzustand ermittelt. Durch wöchentliche Treffen vor Ort wurde das Wissen über technische Zusammenhänge, Fachterminologien sowie der Unternehmensstruktur und -kultur iterativ vertieft.

### 2.1 Istzustand

Es soll im folgenden der Ablauf von der Erhebung der Daten bei einer Fahrzeuguntersuchung bis hin zum Ausdruck des Empfehlungskatalogs dargestellt werden:

Bei allen für die Blaupunkt GmbH relevanten neuen Fahrzeugmodellen werden Fahrzeuguntersuchungen vorgenommen, um immer aktuelle fahrzeugspezifische Einbauempfehlungen für Blaupunkt-Produkte geben zu können. Bei einer Fahrzeuguntersuchung werden verschiedene Bereiche - wie zum Beispiel die Türverkleidung, das Armaturenbrett etc. - entfernt, um wichtige Einbaumaße oder elektronische Messwerte zu ermitteln. Eine solche Untersuchung kann bis zu zwei Tagen dauern.

Die Fahrzeuguntersuchungsdaten werden von dem zuständigen Techniker in der Einbaugarage zuerst handschriftlich auf einem Fahrzeuguntersuchungsbogen erfasst. Anschließend werden die erfassten Daten in ein Word-Template übertragen, welches über mehrere Jahre wiederholt verändert und angepasst wurde und somit nicht in standardisierter Form vorliegt. Auf dem Fahrzeuguntersuchungsbogen werden nicht nur die ermittelten Daten wie zum Beispiel die Maße des Lautsprecher-Einbauortes „Armaturenbrett“ erfasst, sondern auch die in den jeweiligen Ort passenden Blaupunkt-Produkte als Einbauempfehlung festgehalten. Die erfassten Daten dienen außerdem als Grundlage für die Entwicklung neuer Produkte.

Die für Endkunden und Händler relevanten Informationen wie zum Beispiel die Empfehlungen für Radio-, Lautsprecher- und Antenneneinbau werden in einem jährlich aktualisierten Einbauempfehlungskatalog beziehungsweise im PDF-Format zum Download auf der Blaupunkt-Website bereitgestellt. Das PDF-Dokument wird derzeit im Infotainment-Bereich als so genannter Car-Configurator angeboten.



Neben der wenig benutzerfreundlichen Möglichkeit des PDF-Downloads stellte die fehlende Aktualität des Katalogs, der als Informations- beziehungsweise Arbeitsgrundlage für Händler, Technische Hotline und Endkunden dient, ein gravierendes Problem dar.

## 2.2 Arbeitsform

Das EIKON-Projekt wurde in Teamarbeit durchgeführt. Diese Arbeitsform war mit folgenden Vor- und Nachteilen verbunden:

Vorteile:

- In das Gesamtprojekt fließen die Erkenntnisse der unterschiedlichen wissenschaftlichen Schwerpunkte der Projektteilnehmer mit ein. Die Schwerpunkte sind: Knowledge Engineering (cf. Weichert 2003), Benutzerzentriertes Design (cf. Quint 2003) und Visualisierung (cf. Plank 2003).
- Aufgabenpakete konnten unter den Projektbeteiligten verteilt werden, und insbesondere der Programmieraufwand für den Einzelnen wurde reduziert.
- Insbesondere bei der Entwicklung der graphischen Benutzeroberflächen stellt sich die Teamarbeit als vorteilhaft heraus, da im Designprozess drei Personen mit unterschiedlicher Perspektive durch Brainstorming neue Ideen entwickeln und diese in Konzepte und erste Desigmentwürfe umwandeln konnten.
- Durch die Arbeitsteilung in bestimmten Bereichen wie der Programmierung konnte ein größerer Teil des Projekts umgesetzt werden, als es von einer Einzelperson möglich gewesen wäre. Ein Mehraufwand bei der Programmierung war jedoch nötig, da die einzeln erstellten PHP-Skripte ausführlich kommentiert und dokumentiert werden mussten. So wurde den Teammitgliedern ein schneller Einstieg in neu programmierte Skripte ermöglicht.
- Die Teilnehmer konnten ihre praktischen Erfahrungen im Projektmanagement erweitern und von Fähigkeiten und Kenntnissen der anderen Teilnehmer profitieren.

Nachteile:

- Durch die gewählte Arbeitsform der Teamarbeit muss ein erheblich höherer Zeitaufwand für die Kommunikation (Telefonate, Emails, Treffen) einkalkuliert werden.

Insgesamt überwiegen jedoch die Vorteile der Teamarbeit. Sie stellt zudem eine weitaus praxisnähere Arbeitsform dar, als die Einzelarbeit.

### **2.3 Projektmanagement- und Kommunikationstools**

Während die Phasen der Datenmodellierung und der Oberflächenkonzipierung von allen Projektbeteiligten gemeinsam durchgeführt wurden, konnte für die Programmierung der Datenbankbindung mit PHP<sup>63</sup> (cf. Krause 2000) die Möglichkeit genutzt werden dezentral zu arbeiten. Zu diesem Zweck wie auch zur zentralen Speicherung wichtiger Dokumente wie dem Datenmodell und allen projektrelevanten Dokumenten wurde schon zu Beginn des Projektes eine „Projekt-Domain“ eingerichtet.

Von dieser konnte sich jeder Teilnehmer die notwendigen Dokumente herunterladen, an seinem lokalen Computer bearbeiten und anschließend wieder auf den Server stellen. Eine Benachrichtigung für die anderen Projektteilnehmer wurde in dem entsprechenden Ordner auf dem Server hinterlegt. Auf der Domain wurde außerdem ein Projektkalender in PHP bereitgestellt, in den wichtige Projekttermine eingetragen werden konnten und vermerkt wurde, wenn ein Projektteilnehmer keine Zeit hatte.

Als Kommunikationswerkzeug wurde neben E-Mail die Software ICQ<sup>64</sup> eingesetzt. Sie ermöglichte es bei der Online-Programmierung an verschiedenen Orten zu erkennen, welcher Projektteilnehmer gerade ebenfalls online ist. So konnten Probleme, Anregungen sowie konkrete PHP-Dokumente in Sekundenschnelle über die Chat-Funktion beziehungsweise die Datentransferfunktion des Tools ausgetauscht werden.

---

<sup>63</sup> Personal Hypertext Processor.

<sup>64</sup> [www.icq.com](http://www.icq.com).

## 2.2 Zeitlicher Ablauf: Tabelle

Monat	Aufgabe
<b>Juni 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Sondierungsgespräche</li> <li>• Projektkonstitution</li> </ul>
<b>Juli 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisatorisches</li> <li>• Istzustandsanalyse</li> <li>• Datenanalyse</li> </ul>
<b>August 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenmodellierung (ER)</li> <li>• Zielgruppenbefragung</li> </ul>
<b>September 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeuguntersuchung</li> <li>• Überführung des Modells in SQL</li> <li>• Aufbau der Datenbank</li> <li>• Zielgruppenbefragung</li> </ul>
<b>Oktober 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenbankanpassung (Datenmigration aus externer DB)</li> <li>• GUI-Konzeptionalisierung</li> </ul>
<b>November 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iteratives Prototyping und Evaluation</li> </ul>
<b>Dezember 2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iteratives Prototyping und Evaluation</li> </ul>
<b>Januar 2003</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluation</li> <li>• Implementierungsphase</li> </ul>
<b>Februar 2003</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalisierung und Zusammenführung der Ergebnisse</li> <li>• Weitere Implementierung</li> </ul>
<b>März 2003</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation</li> </ul>
<b>April 2003</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation</li> </ul>

### 3 Datenmodellierung und Implementierung der Datenbank

An dieser Stelle soll die Projektphase der Datenmodellierung und Datenbank-Implementierung erläutert werden. Parallel zu den wöchentlich stattfindenden Treffen bei Blaupunkt wurde mit der Sichtung der relevanten Kataloge und Datenquellen für das zu entwickelnde System begonnen.

Zu diesen Quellen gehören:

- **Blaupunkt-Dokumente:**

Einbauempfehlungskatalog, Fahrzeuguntersuchungsbögen

- **Websites:**

Blaupunktproduktinformationen aus Inter- und Extranet sowie externer Produktdatenbank<sup>65</sup>.

- **Protokolle aus Experteninterviews und Expertenbeobachtung**

Da die aus diesen Quellen stammenden Daten, sowie das Wissen über ihre Beziehungen zukünftig in einer relationalen Datenbank gespeichert werden sollten, wurde als Modellierungstechnik das Entity Relationship Modells (ERM) (cf. Fritze/Marsch 1999) gewählt.

Diese Modellierungstechnik wurde 1976 von Peter P. S. Chen entwickelt. Der relationale Modellentwurf besteht aus folgenden Teilen:

- Objekte eines Realitätsausschnitts (Entitäten)
- Beziehungen der Objekte zueinander (Relationen)
- Eigenschaften der Objekte (Attribute)

Objekte wie zum Beispiel ein Fahrzeug sind eindeutig identifizierbar, können aber auch abstrakt sein, wie beispielsweise eine Fahrzeuguntersuchung.

Damit ein Objekt eindeutig identifizierbar ist, bedarf es eines sogenannten Primärschlüssels. Dieser Primärschlüssel ist eine Eigenschaft oder Eigenschaftskombination, die eine Unterscheidbarkeit zu anderen Objekten garantiert. Für die Entität „Produkt“ ist ein möglicher Primärschlüssel die „Artikelnummer“. Primärschlüssel können durch entsprechende Festlegung der Kardinalitäten Fremdschlüssel für eine weitere Entität sein.

---

<sup>65</sup> Quelle: [www.blaupunkt-bildarchiv.de](http://www.blaupunkt-bildarchiv.de)

Objekte werden im Modell als Rechteck, Beziehungen zwischen Objekten als Raute oder Ellipse dargestellt. Es gibt unterschiedliche Beziehungstypen. Parameter einer Beziehung stellen zum einen die Wertigkeit (Anzahl der an der Beziehung teilnehmenden Entitäten) und zum anderen die Kardinalität (Anzahl der Instanzen einer Entität in der Beziehung). Man unterscheidet 1:1 und 1:n als hierarchische und m:n als netzwerkartige Beziehung.

Einen Sonderfall der Relationen stellt die so genannte IS-A-Beziehung dar. Sie dient im Wesentlichen der Erhöhung der Aussagekraft eines ERM, indem sie die Teilmengenbeziehung von Entitäten nach dem Prinzip

### **Teilmenge – IS-A – Obermenge**

betont. Ein Beispiel hierfür ist die Relation

### **Lautsprecher – IS-A – Produkt.**

Bei der Blaupunkt GmbH wurden in einem ersten Schritt aus den Artefakten mögliche Entitäten herausgearbeitet. Über einen etwa zweimonatigen Zeitraum entstand dann unter Verwendung der Software 'DB-Main' ein Datenmodell mit etwa 30 Entitäten, 210 Attributen und 15 Relationen. Grob lässt sich das Datenmodell in zwei Bereiche einteilen:

- 1) *Bereich Fahrzeuguntersuchung*: Dieser Bereich umfasst Attribute und Beziehungen, welche für die komplette Archivierung aller während einer Fahrzeuguntersuchung festgehaltenen Daten angelegt werden, zum Beispiel
  - a. Attribut *Fahrzeuguntersuchung* mit Entitäten *Untersuchungsperson*, *Erstuntersuchungsdatum*, *Erstuntersuchungsort* etc.
  - b. Attribut *Video\_Dokumentation* mit Entitäten *Aufnahme\_Nummer*, *Aufnahme\_Radioschacht*, *Aufnahme\_Antenne* etc.
  - c. Attribut *Stecker* mit Entitäten *Stecker\_Nummer*, *Pin\_Stecker\_Art*, *Stecker\_Norm*, etc.

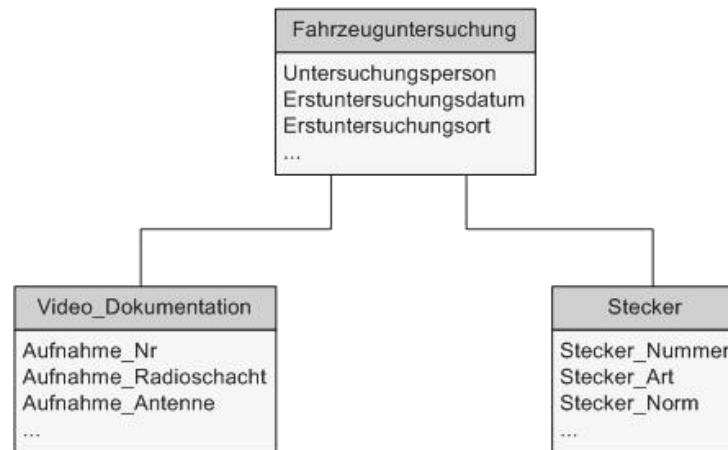


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Entity Relationship Modell, Bereich Fahrzeuguntersuchung

2) *Bereich Konfiguration* (vgl. Abbildung 2): Dieser Bereich des Modells beinhaltet die Ausgabe im Konfigurationssystem betreffende Attribute und Beziehungen, zum Beispiel

- a. Entität *Lautsprecher\_Ort\_Maße* mit Attributen *Außendurchmesser*, *Einbauortbuchstabe* (als Fremdschlüssel) etc.
- b. Entität *Lautsprecher\_Orte* mit Attributen *Einbauortbuchstabe* und *Einbauortsbezeichnung*
- c. Relation *passt\_in*, in welcher über Fremdschlüssel festgehalten wird, welche Lautsprecher in welchen Lautsprecherort eines spezifischen KFZs passen.

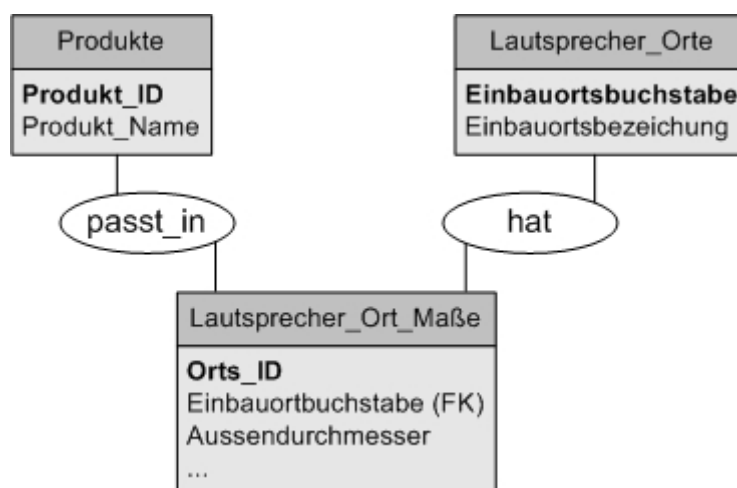


Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Entity-Relationship-Modell, Bereich Konfiguration<sup>66</sup>

<sup>66</sup> Die Darstellung enthält einen vereinfachten Ausschnitt aus dem für das EIKON-Projekt erstellten ERM. Die Namen der Relationen und Entitäten wurden zu Verdeutlichung verändert.

Nachdem sämtliche für die Erfassung der Fahrzeuguntersuchungsdaten und die Konfiguration der Bereiche Lautsprecher, Kabelzubehör und Antennen benötigte Entitäten, Attribute und Beziehungen in das Modell eingeflossen waren, und das Modell ein letztes Mal mit den Blaupunktbetreuern besprochen wurde, konnte mit der Überführung des Modells in die Datenbankumgebung begonnen werden. Als Datenbanksystem wurde eine MySQL-Datenbank mit PHPmyAdmin als grafischer Administrationsoberfläche gewählt. Damit die Projektteilnehmer insbesondere bei der später notwendigen Eingabe der Datensätze ortsunabhängig und parallel arbeiten können, wurde diese Datenbank auf einem Projektserver angelegt.

Der für die Erzeugung der Datenbank notwendige SQL-Code konnte mit DB-Main automatisch generiert werden. Es waren jedoch ausführliche Anpassungen bezüglich der Datentypen notwendig, bevor die eigentliche Datenbankstruktur feststand.

Die Daten von zehn repräsentativen Fahrzeuguntersuchungsbögen konnten nun über die PHPmyAdmin-Oberfläche in die Datenbank eingegeben werden. Auch diese Projektphase der Dateneingabe verlief parallel zu erneuten Änderungen an Datenmodell und Datenbankstruktur, da sich insbesondere aus der Eingabe der Fahrzeuguntersuchungsbögen neue Schwierigkeiten ergaben. Auch die Anforderungsanalyse für die Benutzerschnittstellen führten zu Anpassungen in der Datenbank. Parallel zur Dateneingabe wurde mit der Konzeption der Benutzerschnittstellen begonnen.

## 4 Konzeption und Design der Benutzerschnittstellen

Zunächst wurden alle Projektbeteiligten, Projektziele und -inhalte sowie Benutzer identifiziert. Es folgte eine genauere Untersuchung der Benutzer, ihrer Anforderungen und Bedürfnisse, sowie ihrer Aufgaben und Arbeitsabläufe. Das Wissen der Experten aus dem Marketing und dem Production Center<sup>67</sup>, das Expertenwissen des Entwicklungsteams sowie unternehmensseitige Einschränkungen flossen in den Designprozess mit ein.

Die Ergebnisse aus Interviews mit Experten und Benutzern, Befragungen und Beobachtungen der Benutzer sowie die Arbeitsmaterialien und andere Artefakte wurden analysiert und dienten als Basis für die Erstellung erster Produktentwürfe in Form von einfachen Prototypen.

Aufgrund der begrenzten zeitlichen und personellen Ressourcen fand gemeinsam mit dem Unternehmen eine Priorisierung der einzelnen Arbeitspakete statt.. So sollte zunächst die Endkunden- und Händleroberfläche umgesetzt und als lauffähiger Prototyp implementiert werden, während die anderen Schnittstellen vorerst nur konzeptionell bedacht wurden.

Als Methode im iterativen Entwicklungsprozess wurde der Ansatz des Rapid Prototyping (cf. Isensee/Rudd 1996) gewählt welcher eine möglichst schnelle und benutzerorientierte Entwicklung ermöglicht. Die zunächst sehr einfachen Prototypen wurden zu einem begrenzt interaktiven Prototypen mit Microsoft Visio iterativ und auf Basis von Benutzer-Feedback weiterentwickelt. Die Prototypen dienen zum einen als Diskussionsgrundlage im Team, zum anderen als Kommunikationsgrundlage zur Verständigung mit allen anderen Beteiligten über das zu entwickelnde System – insbesondere den Benutzern und den Experten aus dem Unternehmen.

Die kontinuierliche Evaluierung bereits im frühen Stadium des Designprozesses sollen die spätere Akzeptanz der Benutzer - aber auch die der anderen Beteiligten – sicherstellen.

Auf Basis der Erkenntnisse aus den Benutzertests mit den ersten Prototypen, sowie dem Wissen über Richtlinien, Normen und Styleguides des Designteams wird ein lauffähiger Prototyp in HTML und Javascript mit zunächst wenigen vertikalen Funktionalitäten (Datenbankanbindungen in PHP) entwickelt. Der Code dieses Prototypen wird im Gegensatz zum oben erwähnten Prototypen beim Rapid Prototyping weiter verwertet. Eine abschließende Evaluierung eines voll funktionsfähigen Prototypen hat zu diesem Zeitpunkt des Projektes noch nicht stattgefunden. Es handelt sich also nicht um ein fertiges Produkt,

---

<sup>67</sup> Beinhaltet die Einbaugarage und Entwicklung.



sondern nach wie vor um einen Prototypen, der der weiteren Evaluierung und Verbesserung ausgesetzt werden muss. Die Implementierung des lauffähigen Prototypen der Endkundenoberfläche wird im folgenden genauer beschrieben.

## 5 Implementierung der Endkundenoberfläche

Zur Realisierung des Prototyps der Endkunden-Benutzeroberfläche wurde eine PHP / HTML Lösung mit Javascript Elementen favorisiert. PHP ist eine webbasierte, serverseitig ausgeführte Scriptsprache, die in HTML Seiten eingebettet werden kann und mit wachsender Tendenz bei größeren Datenbankprojekten, insbesondere für MySQL Datenbanken, eingesetzt wird. PHP und HTML zusammen ermöglichen die Erzeugung dynamischer Webseiten. Auch Javascript kann dynamische Elemente innerhalb von Webseiten erzeugen und läuft im Gegensatz zu PHP clientseitig. Die Kritik an der Verwendung von Javascript (Deaktivierungsmöglichkeit seitens des Benutzers) kommt hier nicht zum Tragen, da die uneingeschränkte Nutzung der Blaupunkt-Website, in die die EIKON-Benutzerschnittstelle als Modul eingebettet werden soll, bereits die Aktivierung von Javascript erfordert.

Ein Firmen-Styleguide zur Wahrung des Corporate Design steht bei der Blaupunkt GmbH nur für Print-Produkte und nicht für Veröffentlichungen im Web zur Verfügung. Grundsätzlich konnten für EIKON Konventionen aus den Bereichen Farbeinsatz und Typographie übernommen werden. Grafiken wurden hierfür auf einer CD-ROM zur Verfügung gestellt und konnten nach Belieben modifiziert und eingesetzt werden. Darüber hinaus ließ man dem Projektteam kreative Entscheidungsfreiheit.

Bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche spielten neben der technischen Funktionalität, Aspekte der Gebrauchstauglichkeit und der Ästhetik eine wichtige Rolle.

Das Konfigurationssystem erscheint, wie alle zusätzlichen Blaupunkt- Features des Blaupunkt Webangebotes, in einem Pop-Up Fenster. Dieses wurde sowohl für die Auflösung 800x600 Pixel als auch für 1024 x 768 Pixel optimiert. Außerdem wurde die Endkundenoberfläche sowohl im Internet Explorer ab Version 5.0 als auch im Netscape ab 6.0 getestet. Grundsätzlich wurde bei der Programmierung darauf geachtet, keine zusätzlichen Ladezeiten durch die Verwendung unnötiger Grafiken entstehen zu lassen. Ausgelagerte Stylesheet-Dateien ermöglichen eine zentrale Verwaltung von Schriften und Linkfarben und erleichtern so die Aktualisierung.

Alle typischen Elemente wie Hintergrund, Hintergrundgrafik, Frames, Fuß- und Kopfzeileninformationen wurden für jede Frameseite in einem übergeordneten Template definiert. Da Frames Bestandteile der HTML 4-Spezifikation sind, und sie inzwischen von allen gängigen Browsern unterstützt werden, kann die Entscheidung für ihre Verwendung aus Sicht des Projektteams gerechtfertigt werden. Frames verbessern im vorliegenden Fall

sowohl das Design als auch die Usability<sup>68</sup> der Seite. Da Frames den Inhalt von Navigations- und Strukturelementen trennen, können die Seiten problemlos aktualisiert werden und neue Inhalte anbieten. Außerdem hat die Tatsache, dass Frame-Seiten in Suchmaschinen schlechter gefunden werden, in diesem Fall keine Relevanz, da das vorliegende Angebot als Modul in die Blaupunkt-Site integriert wird.

---

<sup>68</sup> Siehe hierzu Quint 2003.

## 6 Systemaufbau und Systembeschreibung

In diesem Kapitel soll abschließend ein Überblick über den technischen Aufbau des im Laufe des Projekts entwickelten Systems gegeben werden, welcher durch die folgende Abbildung dargestellt wird.

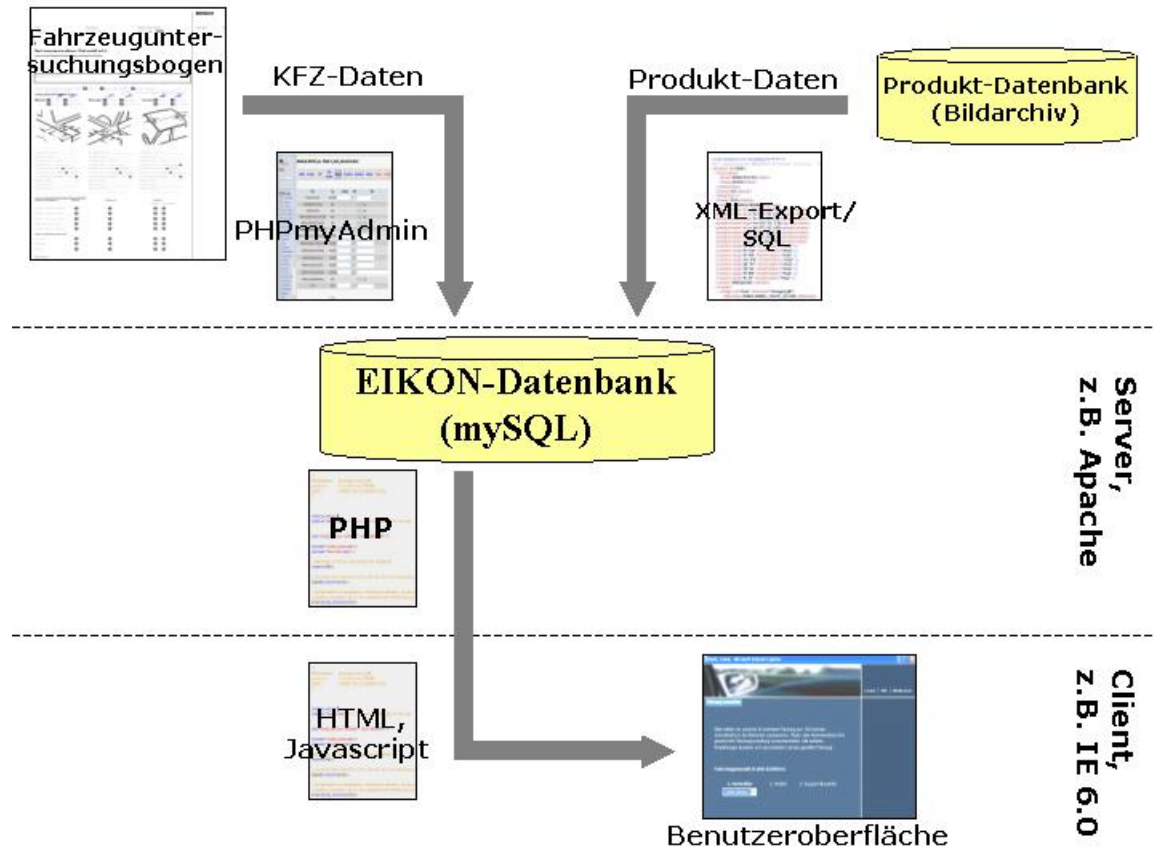


Abbildung 4: Systemarchitektur und verwendete Technik

Alle für die Ausgabe in einer Benutzeroberfläche notwendigen Daten des Konfigurationssystems werden in einer relationalen mySQL-Datenbank<sup>69</sup> gespeichert. Für den Prototypen wurden zunächst die Daten aus zehn repräsentativen Fahrzeuguntersuchungsbögen in die Datenbank eingeben. Hierbei wurden auch die Konfigurationsinformationen („Welches Produkt passt in welches Kfz an welchen Einbauort?“) in die entsprechenden Tabellen eingetragen.

Da der Konfigurator nicht nur die für ein spezifisches KFZ passenden Zubehörteile anhand einer Artikelnummer ausgeben soll, sondern der Benutzer zusätzlich die Option hat, sich

<sup>69</sup> Zu technischen Grundlagen der verwendeten Datenbanktechnologien cf. (Kemper / Eickler 1999).

Details zu einem Produkt anzeigen zu lassen, waren außerdem Produktdaten (zum Beispiel Produktbeschreibungen, Produktmaße, Produktabbildungen) notwendig. Ein Großteil der Produktdaten sind in einer externen Produktdatenbank gespeichert, von welcher in regelmäßigen Abständen ein XML-Export generiert und an ein Blaupunkt-Partner-Unternehmen weitergeleitet wird. Dort wurde der XML-Export in SQL-Format konvertiert, so dass die Daten nach erneuter Anpassung des Datenmodells und der Datenbankstruktur in die EIKON-Datenbank eingelesen werden konnte. Fehlende Daten wurden manuell in die Datenbank eingetragen.

Der im EIKON-Projekt entwickelte Prototyp läuft in einer so genannten WAMP-Umgebung (cf. Krause 2003): Diese Umgebung besteht bei einem Windows-Betriebssystem (W) aus einem Apache-Server (A), einem MySQL-Datenbankserver (M), sowie der PHPmyAdmin-Administrationsoberfläche (P) zur Datenbankverwaltung. Während auf dem Projektserver auf der eingerichteten Projektdomain bereits ein PHP-Interpreter sowie ein MySQL-Datenbankserver vorinstalliert waren, war für die Offline-Programmierung eine entsprechende Programmierumgebung am PC notwendig. Hierfür wurde zunächst der Apache-Server installiert und der PHP Interpreter im Server integriert. Sobald dieser HTTP-Server HTML- und PHP-Dateien korrekt interpretierte, konnte der unabhängig laufende Datenbankserver (MySQL) installiert und konfiguriert werden.

Clientseitig besteht das System aus einem Webbrowser (zum Beispiel Internet Explorer), welcher die vom Server zunächst hinsichtlich enthaltener PHP-Teile interpretierten HTML-Dokumente ausliest und darstellt. Auch enthaltene Javascript-Blöcke werden clientseitig interpretiert und dargestellt.

## 7 Ausblick

Die nächste Projektphase sieht die Implementierung einer Techniker-Schnittstelle für die direkte und standardisierte Eingabe der Daten aus den Fahrzeuguntersuchungen vor. Des weiteren sollen Schnittstellen für die Technische Hotline und die Händler erfolgen. Eine Offline-Version des Konfigurationssystems für die Zielgruppe Händler muss folgen, da ermittelt wurde, dass Händler eine CD-ROM Version favorisieren würden.

Aus diesen Aufgabenpaketen könnten weitere Masterarbeiten formuliert werden, deren Umsetzung in Teilprojekten die Kooperation zwischen Universität und der Blaupunkt GmbH fortsetzen könnte.

---

### Literaturverzeichnis der Projektdokumentation:

*[Eickler/Kemper 1999]*: Eickler, André/Kemper, Alfons (1999): Datenbanksysteme. Eine Einführung. 3. Auflage. Oldenbourg Verlag: München.

*[Fritze/Marsch 1999]*: Fritze, Jörg/Marsch, Jürgen (1999): Erfolgreiche Datenbank Anwendungen mit SQL. Effiziente Wege und zielführendes Know-how für den professionellen Einsatz. 5. überarbeitete Auflage. Vieweg Verlag: Braunschweig/Wiesbaden.

*[Isensee/Rudd 1996]*: Isensee, Scott/Rudd, James (1996): The Art of Rapid Prototyping. Thomson International Computer Press: Cambridge.

*[Krause 2000]*: Krause, Jörg (2000): PHP4 Grundlagen und Profiwissen. Webserver-Programmierung unter Windows und Linux. Carl Hanser Verlag: München/Wien.

*[Plank 2003]*: Plank, Margret (2003): Visualisierung gebrauchstauglicher Benutzeroberflächen am Beispiel eines Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH. Masterarbeit, Universität Hildesheim, Fachbereich III - Informations- und Kommunikationswissenschaften

*[Quint 2003]*: Quint, Gesine (2003): Benutzerzentriertes Design bei der Implementierung eines web- und datenbankbasierten Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH. Masterarbeit, Universität Hildesheim, Fachbereich III - Informations- und Kommunikationswissenschaften

*[Weichert 2003]*: Weichert, Steffen (2003): Der Knowledge Engineering Prozess bei der Entwicklung eines wissensbasierten Konfigurationssystems für die Blaupunkt GmbH. Masterarbeit, Universität Hildesheim, Fachbereich III - Informations- und Kommunikationswissenschaften

# Anhang B: Wissensprotokoll aus Experteninterview (unstrukturiert)

---

Sitzungsdauer:	10h- 12.30
Sitzungsort:	Blaupunkt-Besprechungsraum
Thema:	Unstrukturiertes Interview mit dem Schwerpunkt auf Blaupunkt-Artefakte (Fahrzeuguntersuchungsbogen / Einbauempfehlungskatalog)

---

## 1) Begrüßung

Begrüßung durch den Fachexperten, Entschuldigung der fehlenden Kollegen aus der Marketing-Abteilung.

## 2) Klärung der gesammelten Fragen an den Blaupunkt-Fachexperten

**Knowledge Engineer (KE):** Wir haben noch einige Fragen zum Fahrzeuguntersuchungsbogen und der Vorgehensweise bei der Fahrzeuguntersuchung. Werden die Fahrzeuguntersuchungsbögen nach der Datenerfassung durch den Techniker in irgendeiner Art und Weise von einem weiteren Mitarbeiter verifiziert?

**Experte (E):** Bisher werden die Bögen nicht verifiziert, da wir ein großes Vertrauen in unsere Techniker haben. Bevor sie jedoch später einmal in die Datenbank eingegeben werden, sollte eine Verifizierung geschehen.

**KE:** Werden alle neu auf dem Markt befindlichen Autos von Blaupunkt untersucht?

**E:** Prinzipiell gibt es bei uns folgende interne Prioritätenliste für zu untersuchende Fahrzeuge:

1. Fahrzeug in hoher Stückzahl oder von einem wichtigen Hersteller sowie Fahrzeuge von traditionell wichtige „Blaupunkt-Marke“ werden in jedem Fall untersucht.
2. Auch Fahrzeuge mit mittlerer Stückzahl, bei welchen wir aber ein guter Kontakt zwischen Verkäufer und Hersteller besteht untersuchen wir.
3. An dritter Stelle in der Priorität kommen bei uns die so genannten „nice-to-have“ Fahrzeuge.

**KE:** Und wann untersuchen Sie die Fahrzeuge?

**E:** Das hängt von der Verfügbarkeit eines Vorführwagens beim Händler ab. Eine Untersuchung dauert unter Umständen bis zu zwei Tagen, so dass ein Termin sehr früh gesetzt wird.

**KE:** Dann bleibt es aber bei diesem einen Termin und Sie müssen alle Daten mit einem Mal erfassen?

**E:** In der Regel ja. In einigen Fällen bekommen wir Fahrzeuge für eine Nachuntersuchung zur Verfügung gestellt. Ewa, wenn ein Kfz-Hersteller ein neues Armaturenbrett für ein bestimmtes Modell auf den Markt gebracht hat.

**KE:** Weil dann die erfassten Daten für die Radio-Mechanik und Elektronik nicht mehr stimmt?

**E:** Richtig. Es werden dann bei der Nachuntersuchung nur noch die Veränderungen aufgenommen und oben im Fahrzeuguntersuchungsbogen vermerkt, dass es sich um eine Nachuntersuchung handelt (*deutet auf das entsprechende Feld im Fahrzeuguntersuchungsbogen*)

**KE:** Und Sie erfassen dann, welche Produkte von Blaupunkt ohne Hilfsmittel in das Kfz passen.

**E:** Ja, und unter Umständen versuchen wir „Produkte passend zu machen“.

**KE:** Wie funktioniert das?

**E:** Indem wir Halterahmen oder Einbausätze entwickeln lassen, bzw. prüfen, ob sich eine Entwicklung lohnt.

**KE:** Und das alles stellen Sie in zwei Tagen fest?

**E:** Nein, wir haben inzwischen die Möglichkeit mit Hilfe der Stereolithographie - kurz STL - zum Beispiel für eine Radiohalterung sehr schnell ein Modell zu entwickeln. Falls dann das Kfz in zwei Wochen noch einmal zur Verfügung steht können wir schon nach dieser kurzen Zeit mit dem Modell Einbauversuche vornehmen.

**KE:** (*notiert sich den Terminus „Stereolithographie“ auf einem Extra-Zettel*)

Wir haben jetzt noch einige Fragen zum Einbauempfehlungskatalog und dem Fahrzeuguntersuchungsbogen. Worin unterscheiden sich die Lautsprecher InCar, Car Magic Modular und Universal voneinander?

**E:** Die InCar Lautsprecher-Serie passt ohne Bohren und Schneiden in das entsprechende Fahrzeug. Die Car Magic Modular Serie ist etwas exklusiver. Bei der Bezeichnung „Universal“ handelt es sich gar nicht um Lautsprecher sondern lediglich um Maße für die Lautsprecher-Einbauorte. Es wird demnächst einige Veränderungen für die Lautsprecher-Produkte geben: Die Car Magic Modular Serie beispielsweise wird demnächst im Empfehlungskatalog nicht mehr mit aufgenommen. Stattdessen werden wir Velocity-Lautsprecher empfehlen.

**KE:** Das heißt, wir sollten auch schon die neuen Lautsprecherbezeichnungen berücksichtigen. Sind Velocity Lautsprecher so wie die Car Magic Modular Serie in vier Komponenten zerlegbar?

**E:** Richtig, die Vierteilung in Midwoofer, Tweeter, Subwoofer und X-Over bleibt auch bei den Empfehlungen für Velocity erhalten.

**KE:** Die Bezeichnung „Tweeter“ konnten wir nicht im Online-Lexikon finden.

**E:** Der Tweeter ist ein Hochtöner und wird in der Fahrzeughür oben links eingebaut.

**KE:** Der Einbauort Tür - also C für Vordertür und F für Hintertür - lässt sich also noch



weiter unterteilen?

**E:** Ja, wir nutzen C1 für Vordertür oben, C2 für Vordertür Mitte und C3 für Vordertür unten. Entsprechend auch für die Hintertür, also Einbauort F.

**KE:** Könnten Sie uns anhand folgender Zeichnung erklären, worin sich die Maße a, b, d und f unterscheiden?

**E:** *(deutet auf die entsprechenden Stellen auf der Zeichnung)* Nun, das Maß a bezeichnet den Raum, der benötigt wird um den Lautsprecher in den Einbauort reinzudrücken. Es ist der Gesamtaußendurchmesser. Das Maß b müsste eigentlich Maximale Einbautiefe heißen. Es ist die Einbautiefe des Lautsprechers ab der Nulllinie...

**KE:** Was meinen Sie mit Nulllinie?

**E:** ...ab der Stelle, wo der Lautsprecher aufsetzt. Maß d entspricht dem Maß b, aber inklusive des Grills. Und Maß f ist der Durchmesser des Lautsprechermagneten.

**KE:** Ist also mit der Abkürzung M-System im Fahrzeuguntersuchungsbogen der Lautsprechermagnet gemeint?

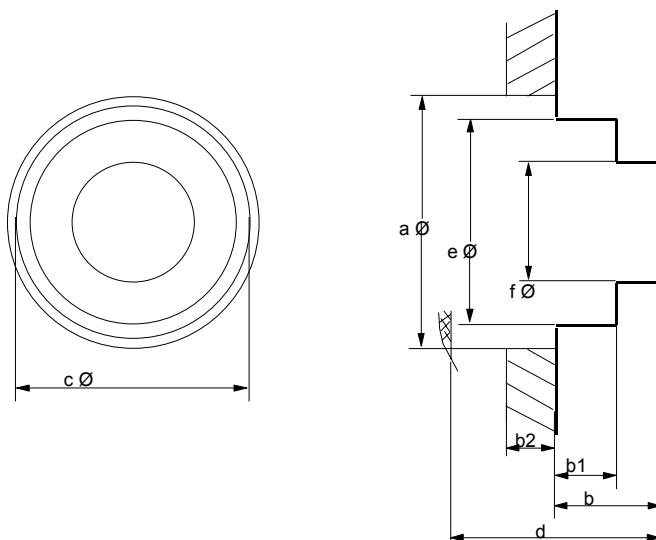
**E:** Richtig. Man wird ihnen diese Zusammenhänge bei der Fahrzeuguntersuchung noch einmal direkt an einem konkreten Fahrzeug zeigen.

**KE:** Wir haben noch einige andere Abkürzungen, die wir nicht verstehen konnten. Mit AG müsste ja eigentlich das Radio gemeint sein, oder?

**E:** Ja, AG steht für Autoradiogerät. In Zukunft wird aber die Abkürzung CR für Car Radio verwendet. Sie können auch schon CR verwenden.

**KE:** Was bedeuten denn die Abkürzungen RF und LF im Bereich Elektronik?

**E:** „Right Front“ bzw. „Lautsprecher vorne rechts“ und „Left Front“ bzw. „Lautsprecher vorne links“.



# Anhang C: Wissensprotokoll aus Experteninterview (fokussiert)

Sitzungsdauer: 10h- 12.30  
 Sitzungsort: Blaupunkt-Besprechungsraum  
 Thema: Fokussiertes Interview zum Thema „Radioeinbau und Anschlusskabel“

## 1) Begrüßung

Begrüßung durch den Fachexperten

## 2) Einordnung der heutigen Sitzung durch das Knowledge Engineering Team

Es soll um den Zusammenhang des Radioeinbaus und betroffene Anschlusskabel gehen. Insbesondere sollen in der heutigen Sitzung folgende Punkte geklärt werden:

- Terminologie: Welche Bezeichnungen sollen wir verwenden?
- Zusammenhänge: Regeln für die Empfehlungsausgabe auf der Benutzeroberfläche

## 3) Klärung der Terminologie für „Radioeinbau und Anschlusskabel“

Folgende Kabel (Spalte 1 der Tabelle) wurden vom Knowledge Engineering Team im Datenmodell berücksichtigt. Die zweite Spalte gibt die Bezeichnung im Datenmodell wieder. Das Knowledge Engineering Team bittet den Fachexperten in die dritte Spalte der Tabelle die richtige Blaupunktterminologie einzutragen, welche auf der Benutzeroberfläche verwendet werden soll:

Kabel (unterschiedlich auftauchende Bezeichnungen in den Artefakten)	Interne Bezeichnung im Datenmodell	Vom Fachexperten eingetragene Blaupunktterminologie
Adapterkabel/Lautsprecherkabel	AK	Adapterkabel
Anschlusskabel/Adapterkabel für Lenkradfernbedienungsinterface	AKIF	Interfaceadapterkabel
Stromkabel/Kabel für Elektrik AL	Strom	Adapterkabel für Strom/Masse
Alternatives Stromkabel (im Fahrzeuguntersuchungsbogen nur manchmal angegeben)	StromAltern	Adapterkabel für Strom/Masse
Stromkabel unter Hinweis 99	Strom_99	Batterieanschlusskabel
Lenkradfernbedienungsinterface	IF	Lenkradfernbedienungsinterface
Kabel für Display und Interface	IF_DISPL_Kabel	Interface für RC/DI (= Interface für Fernbedienung und Display)

**4) Der Fachexperte wird gebeten die folgenden Zusammenhänge zu bestätigen oder zu berichtigen:**

Stromkabel:

Ein Stromkabel ist nur dann notwendig, wenn die Stromversorgung nicht im Adapterkabel integriert ist.

**Fachexperte: (RICHTIG)** Es kann sein, dass es ein kombiniertes Kabel gibt, welches sowohl die Versorgung Strom/Masse als auch den AL-Anschluss bedient. Ein Beispiel hierfür ist das Kabel 7777777777 beim BMW.

Lenkradfernbedienungsinterface:

Es wird maximal ein solches Interface empfohlen/ausgegeben (nur eine Artikelnummer). Diese Artikelnummer ist nicht im aktuellen Empfehlungskatalog und wird auch nicht bei den Fahrzeuguntersuchungen erfasst.

**Fachexperte: (FALSCH)** Es kann in der Übergangszeit durchaus sein, dass zwei Artikelnummern angegeben werden, nämlich einmal die „alte“ und zusätzlich die aktuellere „neue“ Artikelnummer eines neueren Produkts. Richtig ist, dass die Informationen über Empfehlungen nicht im Einbaukatalog zu finden sind, sondern im Extranet unter Service in den Kompatibilitätslisten.

Adapterkabel für Lenkradfernbedienungsinterface:

Evtl. wird (wiederum maximal) ein dazugehöriges Adapterkabel benötigt

**Fachexperte: (RICHTIG)**

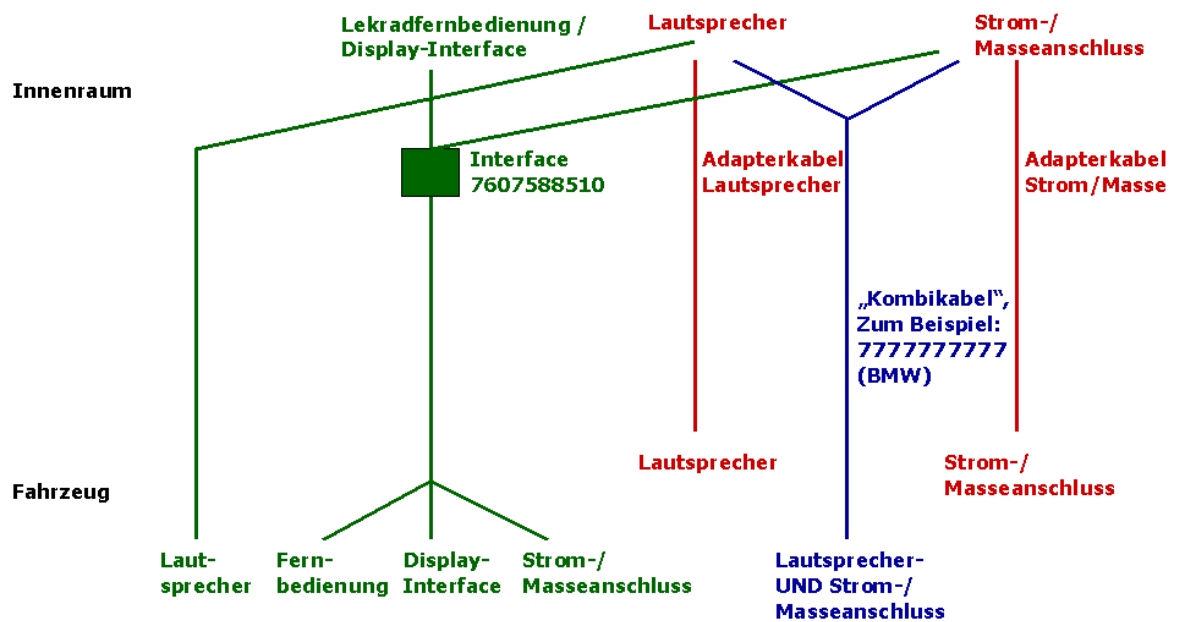
Falls im Empfehlungskatalog kein solches Interfaceadapterkabel steht, heißt das nicht, dass kein Fernbedienungs-Einbau möglich ist, sondern dass die Fernbedienung nur mit dem Interface (ohne zusätzliches Adapterkabel) eingebaut werden kann.

**Fachexperte: (RICHTIG)** Diesen Sachverhalt können Sie anhand der Kompatibilitätslisten überprüfen. Dort gibt es eventuell Empfehlungen für ein Fernbedienungsinterface, zu dem an entsprechender Stelle im Einbaukatalog kein Adapterkabel angegeben wird.

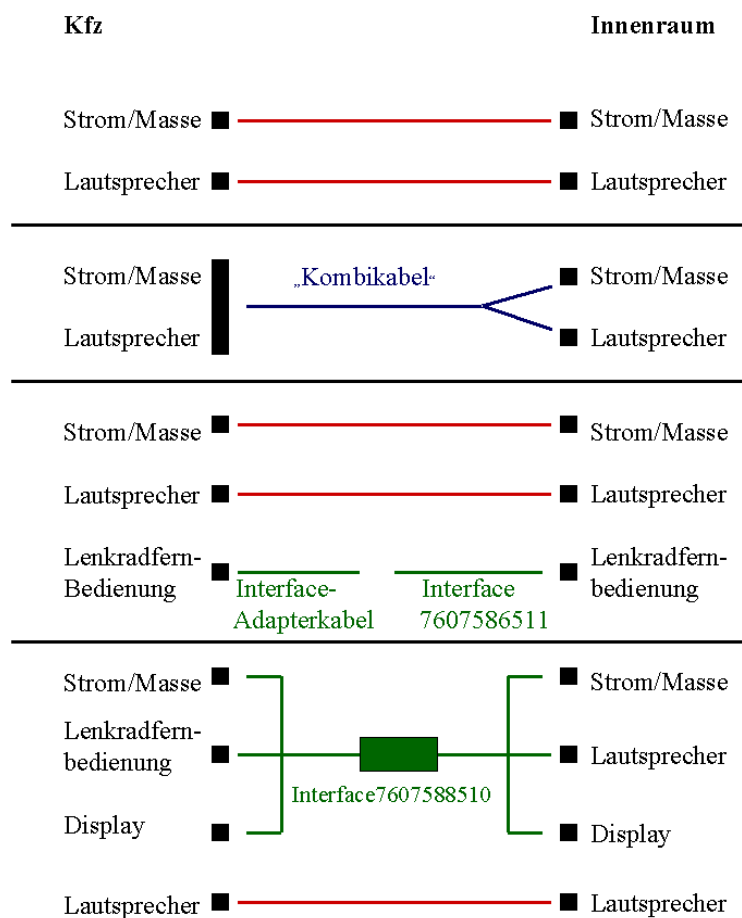
5.) Der Fachexperte wird gebeten in der vierten Spalte der folgenden Tabelle die vermutete Regel hinter der Informationsvisualisierung im Einbauempfehlungskatalog zu bestätigen oder zu berichtigen.

KFZ	CR-Anschluss laut Katalog	Vermutete Regel	Richtige Regel
Alfa Romeo	7607621126 7607647093 99)	Adapterkabel+ Stromkabel+ evtl. Strom_99 Kabel	Adapterkabel für Strom/Masse <b>und</b> Adapterkabel Lautsprecher <b>+ evtl.</b> Batterienanschlusskabel
Audi A4	7607621116 77) 7607621122 174) 99) oder 7607621129 280) 99)	Je nach Lautsprecher- Ausrüstung (siehe Hinweis 174) eines der beiden Adapterkabel mit evtl. dem Strom_99 Kabel. Falls Aktive Antenne (280) 129er Adapterkabel und evtl. Strom_99 Kabel	7607621116 <b>und</b> _99er <b>oder</b> (falls 280): 7607621129 <b>und</b> _99er  ggf. (nämlich falls 174): zusätzlich 7607621122
BMW	7607621170 7607001505 292) 7607001506 293) 99)	Adapterkabel + entweder 505er Strom oder 506er Strom In beiden Fällen evtl. zusätzlich Strom_99 Kabel	7607621170 (=Kombi-AK Strom/Masse <b>UND</b> AL) <b>und</b> 7607001505 ggf. (nämlich falls 293): zusätzlich 7607001506 (egal ob mit oder ohne 7607001506: evtl. _99er)
Citroen	7607621126 7607647093 99)	Adapterkabel+ Strom + evtl Strom_99	Siehe Alfa Romeo
Lancia	7607621126 251) 7607647093 oder 7607892093 99)	Adapterkabel Zusätzlich: 647093er Strom oder 892093er Strom In beiden Fällen(?): evtl. zusätzlich Strom_99	Das 7607892093 kann vernachlässigt werden, Dann:  Siehe Alfa Romeo
Opel	7607621119 7607647093 99)	AK+ Strom + evtl. zusätzlich Strom_99 Kabel	Siehe Alfa Romeo
VW Bora	7607621129 99)	AK (mit integrierter Stromversorgung) + evtl. zusätzlich Strom_99 Kabel	Adapterkabel für Strom/Masse + _99er)
VW Golf	ebenso		Adapterkabel für Strom/Masse + _99er)
VW Polo	ebenso		Adapterkabel für Strom/Masse + _99er)
Peugeot	7607621126 7607647093 99)	Adapterkabel+ Stromkabel+ eventuell zusätzlich Strom_99 Kabel	Siehe Alfa Romeo

**6.) Der Fachexperte wird gebeten, die Regeln durch eine geeignete Grafik zu verdeutlichen.**



**7.) Der Fachexperte zeichnet zusätzlich vier mögliche Szenarien für den Radio-Einbau.**



# Anhang D:

## Fahrzeuguntersuchungsbogen

### FAHRZEUGUNTERSUCHUNG

Hersteller : XXXXXX	Untersuchungsort:
Modell : XXXXXX	<input type="checkbox"/> HI 400/UG
Baureihe : 10/99	<input checked="" type="checkbox"/> HI 460
Baujahr :	<input type="checkbox"/> Händler
Erstunters. : 30.11.99	

### Ausstattung des untersuchten Fahrzeugs

**Fahrgestellnummer:** WVW2226NZYD500005

• el. Fensterheber	<input checked="" type="checkbox"/> vorn	<input type="checkbox"/> hinten
• Radio	<input checked="" type="checkbox"/> vorbereitet	Typ Alpha CC EU BP 7 648 238 360
	<input type="checkbox"/> Multifunkt. Display	
	<input type="checkbox"/> Lenkradfernbedienung	
• Verstärker	<input type="checkbox"/> vorbereitet	Typ
• Navigation	<input type="checkbox"/> vorbereitet	Typ
• Antenne	<input checked="" type="checkbox"/> vorbereitet	Typ Kurzstabantenne Einbauort Dach hinten Mitte Aktive <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
• Antennenkabel	<input checked="" type="checkbox"/> Winkelstecker	<input type="checkbox"/> gerader Stecker
	<input checked="" type="checkbox"/> bis Radiofach	
• Bemerkung:		

### Lautsprecher

Ort	Abdeckung	Schrauben AL	Kabel	Stecker	AL
<input type="checkbox"/> A			<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> B			<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> C	4	Verschweißt	<input checked="" type="checkbox"/>	AMP 1J0971972	Ø36 Tweeter im Spiegeldreieck (Isophon)
	3	4St. 4,2x19	<input checked="" type="checkbox"/>	AMP 1J0973922	Ø165 Woofer (Isophon)
<input type="checkbox"/> D			<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> E			<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> F			<input type="checkbox"/>		

1) nicht vorh. 2) Blindblende 3) integr. 4) ausklipsbar 5) Blechöffn. 6) geschraubt

### Videoaufnahmen

• Aufnahme Nr.	Tape 13/ Gruppe 178
	Video Foto
• Gesamtaufnahme des Fahrzeugs	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> ja
• Antenne	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> ja
• Radioschacht mit AR (Serie)	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> ja
ohne AR	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> ja
mit AR (BP)	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> ja
• Einbauort Video/Foto	
AL mit Serienabdeckung	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> F
mit Serien-AL	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> F
ohne AL	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> F
mit BP-AL	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> F
Universal Monitorhalter	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> im Lüftungsschacht
Lenkradfernbedienung	<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>

**Elektrik**

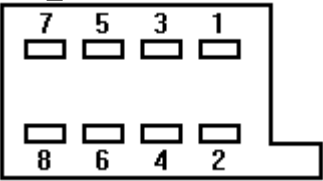
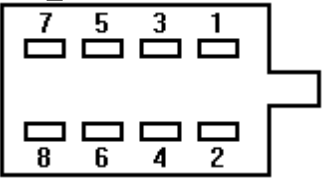
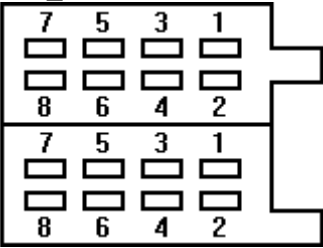
- Adapterkabel ☐ kein ☒ BP-Nr.7 607 621 129
- Absicherung Radio ☐ keine Angabe ☒ 15 A
- Anschluß-Stecker
- Stecker + Normen

	A	ISO_A	B	ISO_B	C
Spannung	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Lautsprecher	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Zusatzgerät	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Lenkradfernb.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Kabel				
Pin	Belegung	Querschnitt	Belegung	Belegung
1	Gala	0,5mm <sup>2</sup> bl/ws	-	
2	frei		-	
3	K-Bus Diag.	0,5mm <sup>2</sup>	RF+	
4	S-Kontakt	0,5mm <sup>2</sup>	RF-	
5	Antenne	0,5mm <sup>2</sup>	LF+	
6	Beleuchtung	0,5mm <sup>2</sup>	LF-	
7	Dauerplus	1,0mm <sup>2</sup>	-	
8	Masse	1,0mm <sup>2</sup>	-	
9	-		-	
10	-		-	

Bemerkung:

**Steckerskizzen**

ISO_A	ISO_B	ISO_A&B
		

**Zusatzgeräteempfehlung**

CD-Changer  
Im Kofferraum möglich

Multi Media  
Skyline, RNS 149, Bremen, New York, Radio Phone

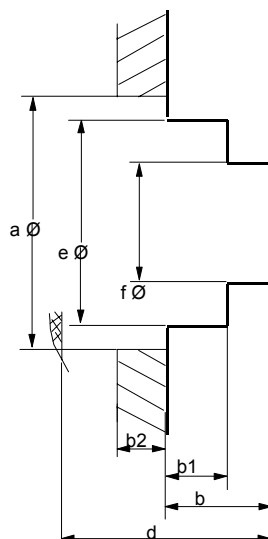
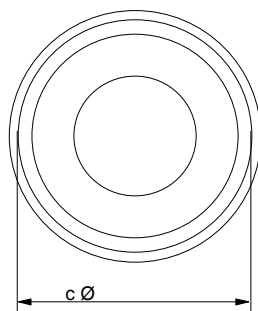
Amplifier  
Im Kofferraum möglich

**Lautsprecherempfehlung**

Einbauort A (Armaturentafel) keine Vorbereitung, keine Möglichkeit						
Einbauort B (Fußraum) keine Vorbereitung, keine Möglichkeit						
Einbauort C 1 (Vordertüren im Spiegeldreieck) Es passen CMT 257/261 (mit Kleber festlegen)						
Maß	a	b	c	d	e	f
in mm	Ø36	20		20		
Einbauort C 2 (Vordertüren unterer Bereich) Bei vorgerüsteten Fahrzeugen passen IC 118/122, CMC 205, CMW 254/255 Nicht vorgerüstete Fahrzeuge: Mit der Abdeckung 7 606 500 146 und einem 10mm Distanzring (7 606 500 151) passen IC 118/122, CMC 205, CMW 254/255, TX 317, XL 217, CL 217						
Maß	a	b	c	d	e	f
in mm	Ø175	60	Ø156	80	Ø149	Ø100
Einbauort D (Hutablage) keine Vorbereitung, keine Möglichkeit						
Einbauort E (Seitenteil) keine Vorbereitung, keine Möglichkeit						
Einbauort F 1 (Hinteren Türen, in der Türgriffmulde) Es passen CMT 257/261 (mit Kleber festlegen)						
Maß	a	B	C	d	e	f
in mm	Ø36	20		20		
Einbauort F 2 (Hinteren Türen, unterer Bereich) Nicht vorgerüstete Fahrzeuge: Mit der Abdeckung 7 606 500 146 und einem 10mm Distanzring (7 606 500 151) passen IC 118/122, CMC 205, CMW 254/255, TX 317, XL 217, CL 217,						
Maß	a	b	c	d	e	f
in mm	Ø175	80	Ø156	80	Ø149	Ø100

**Legende**

Maß	a	b	c	d	e	f
in mm	außen Ø	Einbautiefe	Lochkreis	max. Maß des AL	Einbau Ø im PKW	max. Ø M-System





**Einbauöffnung**

• Einbauöffnung	<input checked="" type="checkbox"/> DIN	<input type="checkbox"/> einfach	<input checked="" type="checkbox"/> doppelt
• Höhe	112,0mm		
• Breite	182,3mm		
• Tiefe bis Mittelsteg	165,0mm		
• Distanzbolzen	Ø14,0mm		
• Materialstärke oben	5,0mm	seitlich:	5,2mm
	unten 5,0mm		
• Einbaublende Radio	<input checked="" type="checkbox"/> keine	<input checked="" type="checkbox"/> Bp-Nr: 7608002800 (2DIN)	
• max Abmaß Radioblende	Höhe: 118,0mm	Breite: 119,0mm	
• Halterahmen aus Beipack	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
• Bemerkung: Zum Einbau von zwei 1 DIN-Geräten (z.B. RNS 149 + IDC-A09) ist ein zusätzlicher Mittelsteg erforderlich. Einbausatz 7 608 002 800 verwenden. VW bietet einen Nachrüstsatz für den Golf mit der Best. Nr. 1J1 858 069D + Farbcode an)			

**Einstellempfehlung für die parametrischen Equalizer in den Autoradios Modena und Lousanne**

High EQ: f=	Hz	<input checked="" type="checkbox"/> nicht gemessen
High EQ: G=	dB	<input type="checkbox"/> Fahrzeug mit Verstärker ausgerüstet
Low EQ: f=	Hz	
Low EQ: G=	dB	

**Sonstiges**

--

**Sonderausstattung des untersuchten Fahrzeugs**

• Radio:	keine
• Multifunkt.Display:	keine
• Lenkradfernbed.:	keine
• Verstärker:	keine
• Navigation:	keine
• Antenne:	keine
• Lautsprecher:	keine

# Anhang E: Antennen-Datenblatt (Untersuchungsbogen)

## Antenneneinbau-Datenblatt

### 1. Erstausrüstung / Optional

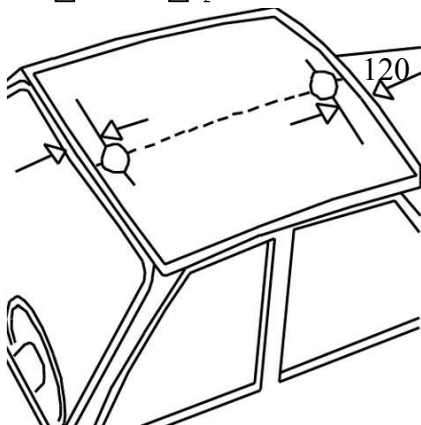
Ant.in Serie 6      1.Versenkantenne      2.Motorantenne      3.Holmantenne  
Optional \_\_\_\_\_      5.Scheibensystem      6.Dachantenne      7.Scheibe FRONT  
8.Scheiben HECK      9.Spezial:.....

Bemerkungen:

Fahrzeugkarosserie: ☐Alu   ☐Kunststoff   ☐sonstiges \_\_\_\_\_

1.1 Antennenart: \_\_\_\_\_ (ggf. Lochgruppe skizzieren)

**Heck** ☐links   ☐rechts      **Front** ☐links   ☐rechts      **Dach** ☐vorn   ☒hinten  
☐Serie   ☐optional      ☐Serie   ☐optional      ☒Serie   ☐optional



Einbaubreite:      100 mm  
Einbautiefe:      30 mm  
Einbauschr./Fahrr.:  
Dachleuchte f.Einb.geeig ☐  
Einbauloch/vorh. ☒ Øoval  
Einbaufläche/eben ☒ Radius  
Verlängerungskabel erf. ☒  
Kabellänge 450 cm  
Anschlußart: \_\_\_\_\_

Bemerkungen:

### 1.2 Verwendbare Antennen

Kurzstabant.	Heck	Front	Dach	
			VORN	HINTEN
Profi GTI-flex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Club GTI-flex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Club Uni-flex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autoflex Top	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Club D011-D012	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Versenkantennen</b>				
V114S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V118K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V312	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Klebeantenne</b>				
Autofun	<input type="checkbox"/> möglich	<input type="checkbox"/> kein Einbau möglich		

Motorantennen	Heck	Front	Dach vorn hinten	
Profimatic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autojet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Club-matic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Funkantennen</b>				
KFA Gruppe 5__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
KFA Gruppe __	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KFA Gruppe __	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KFA Gruppe __	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KFA Gruppe __	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anpassglied verwendbar <input type="checkbox"/> Bemerkung: _____				
<b>Multiantennen</b>	Multi NTR 101 / 102		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Glashaftantenne</b>	<input type="checkbox"/> H-Scheibe <input type="checkbox"/> F-Scheibe <input type="checkbox"/> Scheibe beschichtet s.Bem.			
<b>Seitenantennen</b>	<input type="checkbox"/> Profi S15 EH <input type="checkbox"/> Club S12 <input type="checkbox"/> Club SV11			
<b>Fensterklemmant.</b>	<input type="checkbox"/> KFA470 FK <input type="checkbox"/> KFA940/1840FKA <input type="checkbox"/> KFA945/1845KFA			
<b>Fensterscheibendicke:</b>	vorne _____ mm hinten _____ mm			
<b>Spezialantenne</b>	<input type="checkbox"/> _____			

Bemerkung:

3.Kopfteile für Schraubeinsatz (....M14)

☐ 12° ☐ 17° ☐ 21° ☐ 32° ☐ 57° ☐ 12/21/30° ☐ 0°-30°  
☐ 0°-41° ☐ Spezial \_\_\_\_\_

Bemerkung:

3.1 Knöpfteile Fahrzeugspez. (Kugel Ø18)

☐ 11° ☐ 20° ☐ 27° ☐ 45° ☐ 48° ☐ 52° ☐ 53° ☐ 61°

Bemerkung:

4.Scheibenausrüstung (ggf. Skizze auf der Rückseite)

Heizscheibe	Leiterposition	Antennenleiter	Heizleiter
<input type="checkbox"/> Front	<input type="checkbox"/> Front	<input type="checkbox"/> Seperat	<input type="checkbox"/> Siebdruck
<input checked="" type="checkbox"/> Heck	<input type="checkbox"/> Heck	<input type="checkbox"/> Heizleiter	<input type="checkbox"/> Draht
	<input type="checkbox"/> Seite		

# Anhang F: Legende des Einbauempfehlungskatalogs

## Legende Antennen

A	Ersatzantenne ohne Zubehör
B	Knöpfung
C	Dachmontage hinten
E	Antennenspitze berührt die Scheibe bei geöffneter Tür
G	Antenne ragt in Kofferraum
H	Nicht bei metallisierter Heckscheibe
J	Stromversorgung der Antenne prüfen! Phantomspannung?
K	Vorhandenes Montageteil verwenden
M	Nicht bei Fahrzeugen mit Klimaanlage
T	Kabel und Stecker erforderlich
W	Weiche AW 1000AP (7 691 290 183) erforderlich

1	8 697 010 541
2	8 694 413 775
3	8 697 010 834
4	8 697 011 345
5	8 697 011 468
6	8 697 011 346
7	8 697 011 854
8	8 697 012 405
9	8 697 011 469
10	8 691 310 022
11	8 697 028 541
12	8 697 013 094

## Key for aerials

A	Aerial without accessories
B	Special mounting
C	Roof mounting at rear
E	The tip of the aerial touches the window when the door is open
G	Aerial extends into boot
H	Not with metallized rear window
J	Check aerial's power supply! Phantom powering?
K	Use prefitted mounting equipment
M	Not with air conditioner
T	Cable and plug required
W	Diplexer AW 1000AP (7 691 290 183) required

13	8 694 415 053
14	8 694 415 054
15	8 697 027 751
16	8 697 027 752
17	8 697 013 104
18	8 697 027 753
19	8 697 013 092
20	8 697 027 757
21	8 697 013 105
22	8 697 027 754
23	8 697 013 106
24	8 697 013 107

## Légende antennes

A	Antenne sans accessoires
B	Montage spécial
C	Montage sur le toit à l'arrière
E	L'extrémité de l'antenne est au contact de la vitre lorsque la portière est ouverte
G	L'antenne fait saillie dans le coffre
H	Pas en présence de vitre arrière métallisée
J	Vérifier l'alimentation en courant de l'antenne! Alimentation fantôme?
K	Utiliser de pièces de montage d'origine
M	Pas avec climatiseur
T	Cable et fiche nécessaires
W	Duplexeur AW 1000AP (7 691 290 183) nécessaire

25	8 697 011 464
26	8 697 027 755
27	8 697 012 406
28	8 697 010 544
29	8 697 011 095
30	8 697 013 091
31	8 690 510 853
32	8 691 313 583
33	8 694 811 087
34	8 697 010 849
35	8 690 510 854
36	8 672 001 111

## Legende Einbauempfehlungen

A	Instrumententafel
B	Fußraum
C	Tür
D	Hutablage
E	Seitenteil
F	Tür-/Seitenverkleidung
—	Einbau ist nicht möglich
1)	Nur bei Lautsprechervorrichtung verwenden
2)	Für Fahrzeuge mit Vorrüstung
3)	Adapterkabel für VW- und Audi-Fahrzeuge mit Aktivlautsprechervorrichtung: Anschluß eines Autoradios mit Preamp-Ausgang und AL-Ausgang 7 607 743 090, 7 607 647 091, 7 607 745 090 Anschluß eines Autoradios mit Preamp-Ausgang an 4 aktive Lautsprecher 7 607 743 090, 7 607 745 090 Anschluß eines Autoradios mit Lautsprecheranschluss 7 607 743 090, 7 607 647 091
7)	Fahrzeugseitige Halterung ausbauen
9)	Heckklappe 91
10)	Schallaustrittsöffnung dem Lautsprecher entsprechend ausschneiden
15)	Distanzplatten 8 601 055 056 verwenden
16)	Ablage gegen Autoradioverkleidung (im Kofferraum) austauschen
18)	Mit Nacharbeit
19)	Ablagefach ausarbeiten
20)	Autoradioblende und Schallwand für AL werden beim Fahrzeug mitgeliefert
23)	Ausschnitt nacharbeiten
31)	Fahrzeuge ohne Lautsprechervorbereitung
35)	Nur Fahrzeuge ohne elektrische Fensterheber; Höhe des Lautsprechergitters max. 18,5 mm
37)	Montageplatte selbst anfertigen
39)	Fahrzeuge mit Lautsprechervorbereitung
42)	Durchmesser des Lautsprechergitters max. 147 mm
43)	In Seitenwandverkleidung des Kofferraumes montieren
44)	In hintere Türen montieren
47)	Türverkleidung entsprechend Lautsprecher ausschneiden
50)	Lautsprecher gegen akustische Rückkopplung abdichten
51)	Blende für AG-Einbau selbst anfertigen
53)	Fahrzeuge ohne Kopfstützen
54)	Ohne Abdeckung
55)	Befestigungslöcher neu bohren
59)	Nur Modell LS
63)	Heckklappe
76)	Polo Fox Seitenwandverkleidung
77)	Zum Lautsprecheranschluß, bei Vorrüstung, ggf. Verlängerung verwenden (15 cm) 7 607 647 093
80)	Nur Fahrzeuge ohne Türtasche

## Key for installation recommendations

A	Dashboard
B	Leg room
C	Tür, Door, Porte
D	Rear panel
E	Lateral panel
F	Door-/lateral panelling
—	Installation is impossible
1)	For use with loudspeaker prefixing set only
2)	For vehicles with prefixing set
3)	Adaptor cable for VW- and Audi- vehicles pre-equipped for active speakers: Connection of a car radio with preamp output and loudsp. outputs 7 607 743 090, 7 607 647 091, 7 607 745 090 Connection of a car radio with preamp output for 4 active speakers 7 607 743 090, 7 607 745 090 Connection of a car radio with loudspeaker outputs 7 607 743 090, 7 607 647 091
7)	Remove bracket in vehicle
9)	Rear flap 91
10)	Cut out the opening for sound exit acc. to the speaker dimensions
15)	Use spacer plates 8 601 055 056
16)	Exchange shelf against car radio panel (in trunk)
18)	With refinishing
19)	Prepare shelf
20)	Car radio panel and baffle for AL are supplied with the vehicle
23)	Refinish output
31)	Vehicles without loudspeaker prefitting
35)	Vehicles without an electrical window lifter only; height of the loudspeaker grid 18,5 mm max
37)	Produce mounting board by yourself
39)	Vehicles with loudspeaker prefitting
42)	Diameter of the loudspeaker grid 147 mm max
43)	Mount in lateral panelling of the trunk
44)	Mount in rear doors
47)	Cut out the door panelling acc. to the speaker dimensions
50)	Seal speaker to avoid acoustic feedback
51)	Make own fascia for car radio installation
53)	Vehicles without headrests
54)	Without cover
55)	Drill new fixing holes
59)	Model LS only
63)	Rear flap
76)	Polo Fox lateral panelling
77)	For loudspeaker connection, if prefitted use elongation (15 cm) 7 607 647 093
80)	Vehicles without door bag only
81)	Rework sheet metal
84)	Pay attention to cross strut of the trunk cover

## Légende recommandations de montage

A	Tableau de bord
B	Espace-pieds
C	Porte
D	Plage arrière
E	Partie latérale
F	Porte-/panneau latéral
—	L'installation n'est pas possible
1)	A utiliser uniquement pour équipement de haut-parleur
2)	Pour véhicules avec pré-équipement
3)	Câble adaptateur pour des véhicules VW et Audi préparés pour le montage de HP actifs: Connexion d'un autoradio avec sortie préampli et sorties HP 7 607 743 090, 7 607 647 091, 7 607 745 090 Connexion d'un autoradio avec sortie préampli de 4 HP actifs 7 607 743 090, 7 607 745 090 Connexion d'un autoradio avec sorties HP 7 607 743 090, 7 607 647 091
7)	Démonter la fixation du véhicule
9)	Hayon 91
10)	Découper la perforation pour la sortie du son suivant les dimensions de HP
15)	Utiliser plaques d'écartement 8 601 055 056
16)	Remplacer le vide-poches par l'habillage de l'autoradio (dans le coffre)
18)	Avec retouche
19)	Elaborer le vide-poches
20)	Caché pour autoradio et écran acoustique pour HP fournis avec le véhicule
23)	Retoucher la découpe
31)	Véhicules sans prééquipement de H-P
35)	Seulement véhicules sans lève-glace électrique; hauteur de la grille de HP 18,5 mm max.
37)	Fabriquer soi-même le panneau d'installation
39)	Véhicules avec pré-équipement de HP
42)	Diamètre de la grille de HP 147 mm max
43)	Installer dans le panneau latéral du coffre
44)	Installer dans les portes arrière
47)	Découper le panneau de porte suivant les dimensions du HP
50)	Etancher le HP pour éviter des réactions acoustiques
51)	Fabriquer soi-même le panneau d'encastrement pour le montage de l'autoradio
53)	Véhicules sans appuie-têtes
54)	Sans couvercle
55)	Perçer de nouveaux trous de fixation
59)	Seulement modèle LS
63)	Hayon
76)	Panneau latéral Polo Fox
77)	Pour brancher les haut-parleurs, en cas de pré-équipement, utiliser le câble de rallonge (15 cm) 7 607 647 093, si nécessaire

- 81) Blech nacharbeiten  
84) Querstrebe der Kofferraumabdeckung beachten  
89) Max. 200er Systeme  
93) In Seitenwandverkleidung montieren  
94) Hutablage dem Lautsprecher entsprechend ausschneiden, Loch im Blech vorhanden  
99) Für Autoradios ab 80 Watt Ausgangsleistung zusätzlich Kabel 7 607 884 093 verwenden  
124) Schallwand zur Überbrückung der Verstärkungsrippe selbst anfertigen  
126) Gitter max. 158 mm Ø  
127) Ausschnitt ausarbeiten (182 x 53)  
134) Autoradioverkleidung von Lancia beziehen  
137) Tweeter in Instrumententafel montieren  
138) Mit selbst anzufertigender Platte unter Hutablage montieren  
144) Für Fahrzeuge mit ISO-Ausrüstung  
145) Ggf. mit selbst anzufertigender Platte verstärken  
146) In einigen Fahrzeugen liegt ein 10poliger Stecker im Einbauschacht. Dieser Stecker darf nicht am Autoradio angeschlossen werden, da sonst der Schaltplus für Antenne/Verstärker gegen Masse kurzgeschlossen wird und eine Leiterbahn im Radio aufbrennt.  
151) Lautsprecher auf die vorhandenen Fornteile aufbauen  
153) Nur den in der Mittelkonsole tiefliegenden und zurückgebundenen Radioanschlußstecker verwenden  
154) Wichtiger Hinweis: Hutablage gegen zurückschlagen in den Innenraum sichern  
158) Nur CX 170, CL 170, XL 217, CL 217  
168) Nur die Adapterkabel verwendbar  
174) Adapterkabel für Fahrzeuge mit Aktivlautsprechervorrüstung  
175) ISO-Stecker abschneiden  
178) Zusätzlich kann der Hochtöner IC 125 an vorgesehene Stelle angepaßt und eingeklebt werden. Bei Coaxialsystemen CL 160 und CL 216 eine Anschlußfalte zum integrierten Hochtöner heraustrennen  
181) Lautsprechergritter max. 185 mm Durchmesser  
187) Nur CL 130, CX 130, CL 213, XL 213  
200) Lautsprechergritter max. 155 mm Durchmesser  
208) Tweeter ohne Gitter von innen in den serienmäßigen Einbaort montieren.  
244) Tweeter im Spiegeldreieck  
251) Pin 4 und 7 sind gebrückt. Zündungsplus nicht vorhanden.  
Achtung! Ausschaltlogik vom Radio ist nicht vorhanden.  
270) externe Weiche nicht erforderlich  
271) mit Abdeckung 7 606 500 144  
272) mit Abdeckung 7 606 500 145  
274) Aufbauhochtöner  
280) Aktive Antenne  
281) Für Fahrzeuge mit Mercedes-Bose-Anlage  
282) Mit 10 mm Abstandsring  
283) Nur 50 mm-AG  
284) Center-Lautsprecher  
285) A-Säule  
286) D-Säule  
287) Fahrzeugblende muß nachgearbeitet bzw. angepaßt werden  
288) Lautsprecher hinten im Dach  
289) Nur Frontplatte  
290) Display + Remote Control-Interface  
291) AK 7 607 621 119 nicht verwenden  
292) Zum Anschluß von Antennen mit SMB - Stecker  
293) für TMC - Tunerbox D - Namic  
294) ab 2002 AK 7 607 621 173 verwenden  
89) Systems with a max. diameter of 200 mm  
93) Install in lateral panelling  
94) Cut out the rear panel acc. to the loudspeaker dimensions, hole in sheet metal available  
99) Additionally use cable 7 607 884 093 for all car radios with an output power of 80 watts or more  
124) Create sound wall to bridge reinforcement rib  
126) Max. grid diameter 158 mm  
127) Rework cutout (182 x 53)  
134) Order car radio panelling at Lancia  
137) Mount the tweeter in the dashboard  
138) Mount the assembly underneath the rear self using a self-made plate  
144) For vehicles with ISO connectors  
145) If necessary, support the assembly with a self-made plate  
146) Some vehicles are equipped with a 10-pin connector located in the installation compartment. This connector must not be hooked up to car radio, since otherwise the positive supply line feeding the antenna or amplifier would be short-circuited to ground! As a result, one of the conductive tracks in the radio would start burning.  
151) Mount speaker onto dummy cover  
153) Use only the radio connector fixed in the rear part of the center console  
154) Important notice: Protect the rear shelf from flapping back into the passenger compartment  
158) Only CX 170, CL 170, XL 217, CL 217  
168) Use the adaptor cables only  
174) Adaptor cable for vehicles with activ speaker prefitting  
175) Cut off ISO connector  
178) In addition, it is possible to fit and glue the tweeter IC 125 into the corresponding mounting position. With coaxial systems CL 160, separate one connection lead to the integrated tweeter  
181) Max. speaker grille diameter 185 mm  
187) Only CL 130, CX 130, CL 213, XL 213  
200) Max. speaker grille diameter 155 mm  
208) Mount tweeter without grille from behind into standard installation place  
244) Tweeter in triangular mirror panel  
251) Pins 4 and 7 are bridged. No positive lead from ignition. Warning! Radio has no cut-out logic circuit.  
270) External diplexer not necessary  
271) With speaker cover 7 606 500 144  
272) With speaker cover 7 606 500 145  
274) Surface mounted tweeter  
280) Active aerial  
281) For cars with Mercedes-Bose-System  
282) With 10 mm spacer  
283) Only Car radios with 50 mm heights  
284) Center Speaker  
285) A-pillar  
286) D-pillar  
287) Vehicle design panel has to be adapted (reworked) correspondingly  
288) Speaker in rear roof section  
289) Front plate only  
290) Display + Remote control interface  
291) Do not use connector box 7 607 621 119  
292) For connection of antennas with SMB connector  
293) For TMC tuner box D-Namic  
294) Use terminal box 7 607 621 173 from 2002 on  
80) Seulement des véhicules sans vide-poche de porte  
81) Retoucher la tôle  
84) Faire attention au renforcement diagonal du couvercle du coffre  
89) Systèmes avec un diamètre de 200 mm max.  
93) Installer dans le panneau latéral  
94) Découper la porte-chapeaux selon les dimensions du H-P, trou la tôle existant  
99) Pour les autoradios à partir de 80 watts de puissance de sortie, utiliser  
124) Fabriquer soi-même l'enceinte acoustique pour surmonter les nervures  
126) Grille 158 mm Ø max.  
127) Retoucher la découpe (182 x 53)  
134) Commander le panneau de l'autoradio chez Lancia  
137) Monter le tweeter dans le tableau de bord  
138) Monter sous la plage arrière en utilisant un disque que l'on aura fabriqué soi-même  
144) Pour les véhicules avec fiches ISO  
145) Le cas échéant, fabriquer soi-même un disque pour renforcer la fixation  
146) Dans certains véhicules, une fiche à 10 pôles se trouve dans le compartiment. Cette fiche ne doit pas être connectée à l'autoradio; sinon le positif de connexion pour l'antenne/l'amplificateur donnera court-circuit à la masse et une piste conductive dans l'autoradio brûlera.  
151) Monter les haut-parleurs sur les pièces préformées existantes  
153) N'utiliser que la fiche de raccordement radio attachée au bas de la console centrale.  
154) Note importante: protéger la plage arrière contre un rabattement vers l'intérieur.  
158) Seulement CX 170, CL 170, XL 217, CL 217  
168) Seul le câble adaptateur est utilisable.  
174) Câble adaptateur pour véhicules avec garniture de haut-parleurs actifs prévue  
175) Couper la fiche ISO  
178) Le tweeter IC 125 peut supplémentaiement être adapté et collé à l'endroit prévu. En cas de système coaxial CL 160, séparer un coran de raccordement vers le tweeter intégré.  
181) Grille du haut-parleur: diamètre max. 185 mm  
187) Seulement CL 130, CX 130, CL 213, XL 213  
200) Grille du haut-parleur: diamètre max. 155 mm  
208) Monter le tweeter sans grille l'endroit de montage standard.  
244) Tweeter dans le retroviseur  
251) Les broches 4 et 7 sont portées. Plus d'allumage non présent. Attention! Logique de déconnexion de la radio est non présente.  
270) Séparateur externe non exigé  
271) Avec recouvrement 7 606 500 144  
272) Avec recouvrement 7 606 500 145  
274) Tweeter en saillie séparé  
280) Antenne active  
281) Pour véhicules avec system Mercedes-Bose  
282) Avec rondelle 10 mm  
283) Seulement les autoradios de 50 mm altitude  
284) Haut-parleur central  
285) A-montant avant  
286) D-montant avant  
287) L'espace d'encastrement d'origine doit être corrigé ou adapté  
288) Haut-parleur encastré derrière dans le plafond  
289) Seulement plaque avant  
290) Interface afficheur + télécommande  
291) Ne pas utiliser la boîte de branchement réf. 7 607 621 119  
292) Pour raccorder des antennes à connecteur SMB  
293) Pour tuner box TMC D-Namic  
294) Utiliser le coffret à bornes 7 607 621 173 à partir de 2002

# Anhang G: Einbauempfehlungskatalog

	Antenneneinbau / Aerial installation / Montage Antenne				AG-Einbau / Car radio installation / Montage pour autoradio		
	Antenne Aerial Antenne		Artikel-Nr. Part-no.	Zubehör Accessories Accessoires	Einbausatz / Installation kit Jeu de montage	Anschluß/Connection/ Raccordement	AK für Interface Lenkrampe- dienung/Connecting cable for steering wheel remote control interface/Câble de connexion pour interface à la commande de volant
Audi A4	M	D	7 691 240 846	G	7 608 021 576	7 607 621 117	7 607 621 116
	V	D	7 691 200 511	2, G		7 607 647 091	7 607 647 093
	K	D	7 691 270 001	2		99)	99)
	S	E	7 691 260 014				oder, or, ou
	T	B	7 691 227 002	T			7 607 621 129 280)
	TK	B	7 691 270 121	T, J			99)
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

## Wegweiser

- ① Fahrzeugtyp nach Hersteller, Modell und ggf. Baujahr
- ② Einbauhinweise für Bosch-Antennen:  
M = Motorantennen  
V = Versenkantennen  
K = Kurzstabantennen  
S = Spezialantennen  
T = Telefonantennen  
TK = Telefon-/Kombiantennen
- ③ Montageort der Antenne A – G
- ④ Bestellnummer der Antenne
- ⑤ Zusätzlich erforderliches Zubehör, Legende siehe Seite 116
- ⑥ Einbauhinweise für Autoradios, z.B. erforderlicher Einbausatz oder Verwendung des Autoradio-Beipacks
- ⑦ Fahrzeugspezifische Adapterkabel für Autoradios mit ISO-Anschluß
- ⑧ Indexzahlen hinter den Bestellnummern oder in den Symbolen weisen auf wichtige Empfehlungen hin, deren Beachtung unbedingt erforderlich ist

Die Zusammenfassung aller Indizes finden Sie auf den Ausklappseiten 116 und 117 am Ende des Kapitels Einbauempfehlungen

## Guide

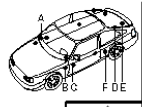
- ① Vehicle type according to manufacturer, model and year, if necessary
- ② Mounting recommendations for Bosch aerials:  
M = motor aerials  
V = retractable aerials  
K = short-style aerials  
S = special aerials  
T = telephone aerials  
TK = telephone/combo aerials
- ③ Aerial mounting position (A – G)
- ④ Aerial order number
- ⑤ Additional accessories required, Legend see page 116
- ⑥ Installation guide for car radios, e.g. installation kit required or use of a car radio accessory kit
- ⑦ Vehicle-specific adapter cables for car radios with an ISO connection
- ⑧ Index numbers behind the order numbers or in the icons indicate important recommendations which must be observed

You will find a summary of all of the indices on the fold-out pages 116 and 117 at the end of the chapter on installation recommendations

## Guide

- ① Type de véhicule en fonction du constructeur, modèle et le cas échéant, de l'année de construction
- ② Indications de montage pour les antennes Bosch:  
M = Antennes électriques  
V = Antennes escamotables  
K = Antennes extra-courtes  
S = Antennes spéciales  
T = Antennes de téléphone  
TK = Antennes de téléphone/mixtes
- ③ Emplacement de montage de l'antenne (A – G)
- ④ Numéro de commande de l'antenne
- ⑤ Accessoires additionnels requis, l'égende cf. page 116
- ⑥ Indications de montage pour les autoradios, par ex. kit de montage requis ou utilisation du sachet de pièces additionnelles d'autoradio
- ⑦ Câbles adaptateurs spécifiques aux véhicules pour les autoradios avec connectique ISO
- ⑧ Les chiffres d'index figurant après les numéros de commande ou dans les symboles signalent d'importantes recommandations à respecter impérativement

Le résumé de tous les indices figure sur les pages rabattables 116 et 117 à la fin du chapitre „Guide d'installation“

AL-Einbau / Speaker installation / Montage H-P								
	Kfz-spezifisch / Vehicle specific / Spécifique à la voiture				Universal			
	Einbausatz Installation kit Jeu de montage	InCar 7 606 .....06	Car Magic Modular				max. Ø mm	Einbautiefe depth profondeur max. mm
			Midwoofer	Tweeter	X-over	Subwoofer		
A								
B								
C	7 606 500 112	IC 107/115	CMW 253	CMT 258/260 <sup>280</sup>	CMX 262/263		130 <sup>54/185</sup>	60
D	7 606 500 113/129	IC 118/122	CMW 254/255				170 <sup>54/185</sup>	60
E								
F	7 606 500 129	IC 118/122	CMW 254/255	CMT 258/260 <sup>280</sup>	CMX 262/263		170	60
	⑩	⑪	⑫				⑬	⑭

### Wegweiser

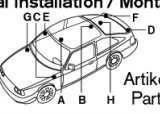


- ⑨ Montageort der Lautsprecher (A – F)
- ⑩ Fahrzeugspezifische Einbausätze für Lautsprecher
- ⑪ Einbaubare Lautsprecher des InCar-Programmes
- ⑫ Einbaubare Lautsprecher des Car Magic Modular-Programmes bestehend aus Midwoofer, Tweeter, Frequenzweiche und ggf. Subwoofer
- ⑬ Maximaler Durchmesser einbaubarer Universal-Lautsprecher
- ⑭ Angabe der maximalen Einbautiefe des jeweiligen Montageortes

### Guide

- ⑨ Car speaker mounting position (A – F)
- ⑩ Vehicle-specific installation kits for speakers
- ⑪ Suitable speakers of the InCar programme
- ⑫ Suitable speakers of the Car Magic Modular programme consisting of a midwoofer, tweeter, frequency crossover and subwoofer, if desired
- ⑬ Maximum installation diameter of suitable universal speakers
- ⑭ Maximum installation depth at the mounting position indicated

### Guide

- ⑨ Emplacement de montage des haut-parleurs (A – F)
- ⑩ Kits de montage spécifiques aux véhicules pour haut-parleurs
- ⑪ Haut-parleurs à encastrier de la gamme InCar
- ⑫ Haut-parleurs à encastrier de la gamme Car Magic Modular comprenant midwoofer, tweeter, duplexeur de fréquences et, le cas échéant, subwoofer
- ⑬ Diamètre maximal des haut-parleurs universels à encastrier
- ⑭ Indication de la profondeur d'encastrement maximale de l'emplacement de montage

	Antenneneinbau / Aerial installation / Montage Antenne				AG-Einbau / Car radio installation / Montage pour autoradio		
	Antenne Aerial Antenne		Artikel-Nr. Part-no.	Zubehör Accessories Accessoires	Einbausatz / Installation kit Jeu de montage 	Anschluß/Connection/ Raccordement ISO 	AK für Interface Lenkadtrem- bedienung/Connecting cable for steering wheel remote control interface/Cable de connexion pour interface télécommande de volant
Nissan Pickup D22	M				51)	7 607 621 109 7 607 647 093 99)	
	V						
	K						
	S						
	T						
	TK						
Opel Agila 07/00 →	M				7 608 233 600	7 607 621 119 7 607 647 093 99)	7 607 621 143 291) 7 607 588 510 290)
	V						
	K						
	S	B	7 691 270 083				
	T	B	7 691 270 127	T			
	TK	B	7 691 270 127	+W, T			
Opel Corsa → 10/90	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V	G	7 691 200 511				
	K	G	7 691 270 001	1			
	S	E	7 691 260 014				
	T	B	7 691 227 002	T			
	TK	B	7 691 270 128	+W, T			
Opel Corsa 10/90 - 4/93	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V						
	K						
	S	B	7 691 270 083				
	T	B	7 691 270 127	T			
	TK	B	7 691 270 127	+W, T			
Opel Corsa 4/93 →	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V						
	K						
	S	B	7 691 270 083				
	T	B	7 691 270 127	T			
	TK	B	7 691 270 127	+W, T			
Opel Corsa Combo	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V	C	7 691 200 343				
	K	C	7 691 270 001	28			
	S	B	7 691 270 083				
	T	B	7 691 270 127				
	TK	B	7 691 270 127	+W, T			
Opel Corsa 10/00 →	M				7 608 233 600	7 607 621 119 7 607 647 093 99)	7 607 621 143 291) 7 607 588 510 290)
	V						
	K						
	S	B	7 691 270 083				
	T	B	7 691 270 127	T			
	TK	B	7 691 270 127	+W, T			
Opel Tigra	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V						
	K	F	7 691 270 001	2			
	S						
	T	F	7 691 270 128	T			
	TK	F	7 691 220 504	+W, T			
Opel Kadett E →12/88 3/5 - türig / 3/5 doors à 3/5 portes	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V	G	7 691 200 513				
	K	G	7 691 270 001				
	S	E	7 691 260 014				
	T	B	7 691 227 002	T			
	TK	B	7 691 270 121	T			
Opel Kadett E 12/88→ 3/5 - türig / 3/5 doors à 3/5 portes	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V	G	7 691 200 513				
	K	G	7 691 270 001				
	S	E	7 691 260 014				
	T	B	7 691 227 002	T			
	TK	B	7 691 270 121	T			
Opel Kadett E Cabrio	M				Halterahmen aus Beipack/ Supporting frame of acces- sory kit/Cadre de support du jeu d'accessoire 7)	7 607 621 119 2) 7 607 647 093 1) 99) oder, or, ou 7 607 892 093	
	V	G	7 691 200 513				
	K	G	7 691 270 001				
	S	E	7 691 260 014				
	T	B	7 691 227 002	T			
	TK	B	7 691 270 121	T			

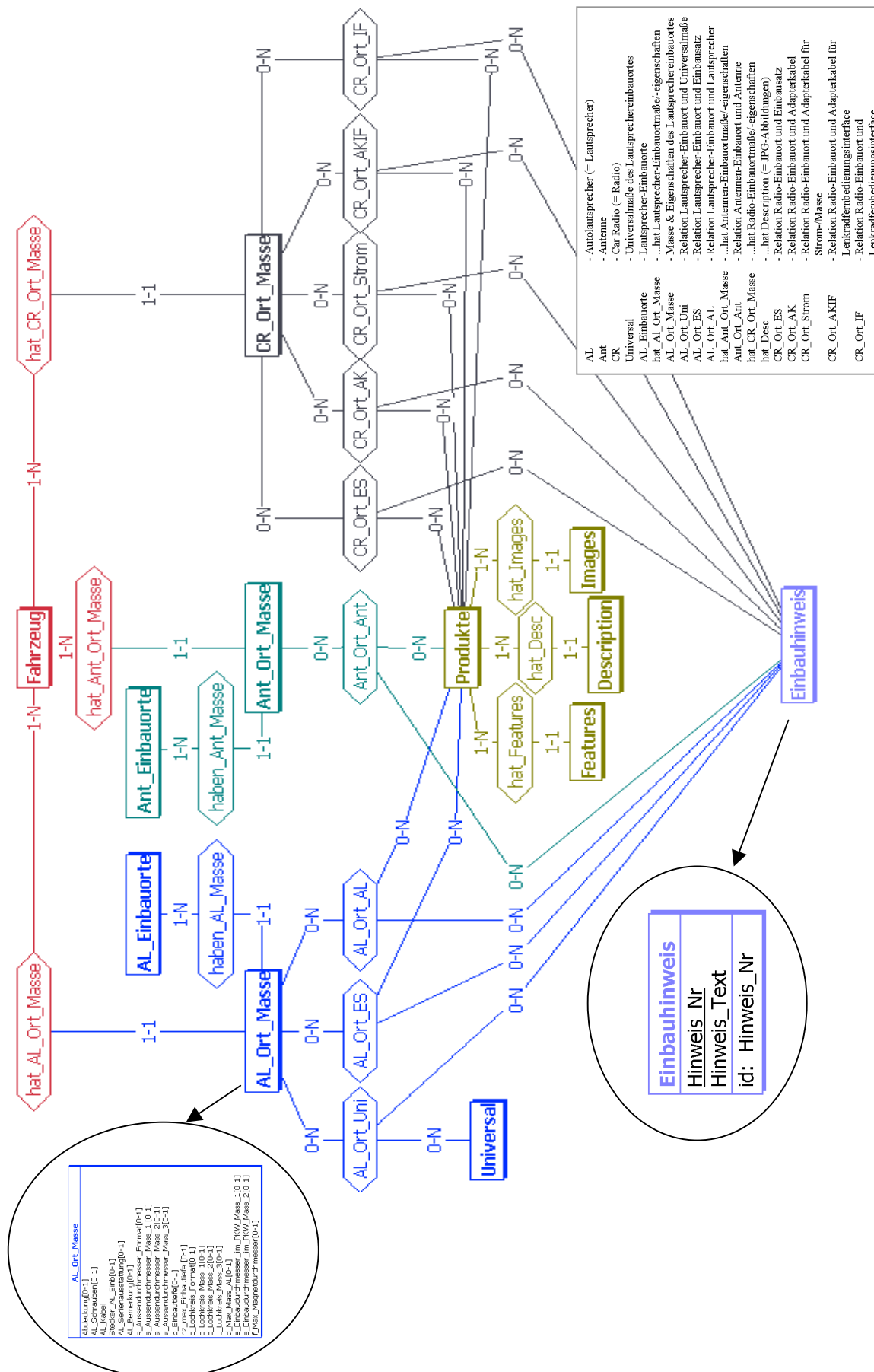


## AL-Einbau / Speaker installation / Montage H-P

	Einbausatz Installation kit Jeu de montage	Kfz-spezifisch / Vehicle specific / Spécifique à la voiture				Universal	
		InCar 7 606 ... .06	Car Magic Modular				Einbautiefe depth profondeur max. mm
			Midwoofer	Tweeter	X-over	Subwoofer	max. Ø mm
A							
B							
C	37)	IC 107/115	CMW 253				150
D							
E							
F							
A		IC 104/112	CMW 251	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		105
B							
C							
D 288)		IC 104/112	CMW 251	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		125
E							
F							
A		IC 104/112	CMW 251	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		100
B							
C	7 606 500 116	IC 107/115	CMW 253	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		130
D							170
E							
F							
A				CMT 258/260 274)	CMX 262/263		
B							
C	7 606 500 116	IC 107/115	CMW 253				130
D							170
E							
F							
A							
B							
C	7 606 500 116	IC 107/115	CMW 253	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		130 54)
D							170
E							
F							
A							
B							
C							130 54)
D							
E							
F							
A				CMT 257/261 178)			37
C1							
C2	7 606 500 121	IC 118/122	CMW 254/255		CMX 262/263		175
D							
E	151) und 18)	IC 107/115	CMW 253				140
F	7 606 500 145 93)	IC 107/115	CMW 253	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		160
A							
B							
C	7 606 500 121	IC 118/122	CMW 255	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		170 10)
D							
E							
F		IC 118/122	CMW 255	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		170 10)
A		IC 104/112	CMW 251	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		100
B							
C							100 59)
D							170
E		IC 104/112	CMW 251		CMX 262/263		100
F				CMT 258/260 274)			
A		IC 104/112	CMW 251	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		100
B							
C							100 59)
D							170
E							
F							
A		IC 104/112	CMW 251	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		100
B							
C							
D							
E							
F		IC 107/115	CMW 253	CMT 258/260 274)	CMX 262/263		130

NO

# Anhang H: Datenmodell (ERM)



# Eigenständigkeitserklärung nach §31 Abs. 5 RaPo

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig abgefasst und nicht anderweitig zu Prüfungszwecken verwendet habe. Weiterhin erkläre ich, dass ich die Arbeit ausschließlich unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel erstellt und alle wörtlichen und sinngemäßen Zitate aus diesen Quellen geeignet gekennzeichnet habe.

Hildesheim, den 19. März 2003

*Steffen Weichert*